

令和5年10月3日

原子力規制委員会 殿

広島県広島市西区南観音六丁目2番13号
株式会社ウイズソル
代表取締役社長 外輪 純久

放射性同位元素（イリジウム192）線源を用いた非破壊検査実施時における
放射線業務従事者の計画外被ばくについて（補正）

放射性同位元素等による放射性同位元素等の規制に関する法律第31条の2及び同法施行規則第28条の3の規定に基づき、令和4年10月16日付けで報告した標記の件について、原因と対策（補正）をとりまとめしましたので、下記のとおり報告いたします。

記

1. 報告者

広島県広島市西区南観音六丁目2番13号
株式会社ウイズソル
代表取締役社長 外輪 純久

2. 件名

放射性同位元素（イリジウム192）線源を用いた非破壊検査実施時における放射線業務従事者の計画外被ばくについて

3. 発生場所

茨城県神栖市の製油所内

弊社は、当該製油所内において、放射性同位元素等の規制に関する法律第10条6項（許可使用に係る使用の場所の一時的変更届）に基づき従前より、直近の3ヶ月間延べ配管検査500箇所程度、1週間延べ50箇所程度、非破壊検査を実施している。

4. 事象の内容

ガンマ線透過試験装置（図-1参照）、コリメーター（図-3参照）、フラットパネル（図-8参照）、PC（図-9参照）を用いて、保温配管溶接部の検査を実施した。当該試験装置は密封線源（イリジウム192、370GBq）を内蔵したガンマ線透過試験装置（線源容器の構造を図-2に示す。）である。令和4年10月16日、放射線業務従事者（以下「従事者」という。）2名が保温配管溶接部の撮影業務に従事した。「従事者」Aは線源の操作及びPC操作を担当・「従事者」Bは器材運搬・準備・データ取得補助・見張りを担当していた（下表参照）。

表 従事者A・Bの令和4年10月16日の業務の概要

従事者	A	B
メイン業務内容	班長・検査従事者	監視人・環境測定
保有資格	・γ線透過写真作業主任者	・第一種放射線取扱主任者 ・γ線透過写真作業主任者
業務の詳細	検査道具の搬入、線源の運搬・ガンマ線透過試験装置の各部接続、フラットパネルのセット、コリメーターのセット、線源送り出し、PCの操作、線源巻き戻し	検査道具の搬入、線源の運搬、管理区域の設定、放射線環境測定、フラットパネルのケーブル接続・PC準備・補助、照射中の見張り、フラットパネルの固定補助
作業経験年数	4年	5年
性別	男性	男性
年齢	30代	40代
放射線業務従事者指定の有無	有	有

「従事者」Aがフラットパネルにて撮影した画像をPCにて確認後、撮影位置を変更するため、コリメーター及びフラットパネルの配置を変更する作業を行った際、線源が遮蔽機能を有した線源容器に収納されておらず、当該「従事者」A・B 2名の被ばく線量が計画外被ばく線量の5mSvを超えたため法令報告となった。

以下に、計画外被ばくの経緯を示す。

・令和4年10月16日

11:20頃

「従事者」A・B 2名が弊社鹿島事務所（製油所内）（所在地：茨城県神栖市（以下「事務所」という。）にて当日の検査実施対象箇所擦り合わせを実施した。その後、事務所の保管棚から「従事者」Bがルミネスバッジ（個人被ばく線量計（図-7参照））とRadEyeG10（サーモフィッシャー社製・GM管式簡易線量計（図-6参照））を取り出し、「従事者」Aに各1個手渡した。その時、「従事者」A・B 2名とも作業服胸ポケットの左側内側にルミネスバッジを装着、作業服胸ポケットの右側にRadEyeG10を入れた。

11:30頃

「従事者」A・B 2名が工事車両で弊社線源保管庫へ移動、RadEyeG10にて表面線量率を測定し出庫。線源と検査器材を車両へ積み込み、検査場所近くの道路に駐車、1TP-TW-103西側のA架台の階段1F付近に全て検査器材を仮置き、現場の状況を地上から確認しリスクアセスメント危険予知訓練を実施した。

そのまま「従事者」A・B 2名で更に3Fへ資材を数回に分けて運んだ。TW-104A,B、TW-105A,Bを経由して1TP-TW-103の仮設梯子を昇降し最上段の仮設足場へ検査器材を運

搬、その後、検査場所付近まで移動。(作業現場の状況及び配置については図-13～図-15 参照。)

12:00 頃

「従事者」A はガンマ線透過試験装置の各部の接続を開始。「従事者」B が管理区域の設定とフラットパネルの準備を開始。

12:30 頃

管理区域の設定及び検査器材の準備を終え、「従事者」B が検査場所から約 30m 離れた場所に設置されたプラント内線電話にて製油所内の放射線作業を実施する場所において人払い周知の構内放送をしてもらうため計器室へ作業開始連絡を実施した。その後、放射線検査の開始放送を確認し「従事者」B が非破壊検査実施場所に戻った。

12:50 頃

「従事者」A・B 2 名がコリメーター、フラットパネルをセットし、環境条件設定のため、「従事者」A が線源容器から線源を送り出し照射(約 2 分)するとともに、その間に避難場所(パソコン・操作器操作場所)における線量率が低線量率であることを RadEyeG10 で確認した。照射中、「従事者」B が検査場所の管理区域境界 A、C、D で RadEyeG10 により線量率を測定し記録した。

「従事者」A が PC を操作して画像データ取得(約 1 分)を開始した。

PC 上の画像データを確認し、操作器まで移動し線源を巻き戻し、操作器の格納ランプによる点灯確認(図-4 参照)と距離計による確認(図-5 参照)、RadeyeG10 にて低線量率であることを目視で確認。線源容器に移動し、線源容器(図-2 参照)へ線源ホルダーが戻ってきていることを目視にて確認し、2 箇所目の撮影準備にあたった。「従事者」B は管理区域境界 D 付近から 2 箇所目の撮影場所へ移動し、フラットパネルの固定を補助した。

13:15 頃

「従事者」A・B 2 名が 2 箇所目のコリメーター、フラットパネルのセットが終了し、「従事者」A が線源容器から線源を送り出し照射(約 2 分)、PC を操作してデータ取得(約 1 分)を開始した。PC 上の画像データが問題ないことを確認した。その後、「従事者」A はコリメーター、フラットパネルの場所へ移動し 3 箇所目のセットを行っていた。(この時、「従事者」A は線源の巻き戻しと操作器の格納ランプ点灯確認と距離計による確認、RadeyeG10 にて低線量率であることの確認を失念し、コリメーター内に線源がある状態で作業していた)この時、「従事者」(B)も 2 箇所目の画像データを確認してから、「従事者」(A)に続き 3 箇所目のセットを補助した。

13:30 頃

「従事者」A・B 2 名がコリメーター、フラットパネルの 3 箇所目のセットを終了し、操作器位置に戻り、「従事者」A が線源を送り出そうとしたとき、操作器のハンドルを回したが送り出し方向に回転しないため、線源を線源容器に格納していないことに気付いた。すぐに線源を線源容器に格納した。この時、被ばくしたと思い当日の累積線量を個人線量計：RadeyeG10 で確認したところ、累積線量は「従事者」A が 15.0mSv であり、「従事者」B が 4.02mSv であった。「従事者」B は計画外被ばくしたと気づき、すぐに工事責任者へ連絡した。

13:40 頃

工事責任者より当日放射線作業に従事していた「従事者」A が 15.0mSv、「従事者」B が 4.02mSv、「従事者」A が計画外被ばくしたことを所長へ報告。

同時刻に製油所側へも報告。

工事責任者より現場を片付けて事務所へ戻るよう「従事者」B に指示。

13:50 頃

所長より「従事者」A が 15.0mSv の計画外被ばくしたことを本社の放射線取扱主任者（以下「本社取扱主任者」という。）及び統括チーフマネージャーへ報告。

14:00 頃

本社取扱主任者より社長へ報告。

「従事者」A・B 2 名は検査器材と線源の片付けを終了し、事務所へ戻った。

14:30 頃

本社において社長及び本社取扱主任者が放射性同位元素等の規制に関する法律施行規則第 28 条の第 3 の規定に基づく法令報告に該当すると判断。

15:00 頃

本社取扱主任者が法令報告を作成、社長が確認。

16:00 頃

本社取扱主任者より原子力規制委員会へ第 1 報を報告。(TEL : 15 : 52) (FAX : 15 : 50)

・ 令和 4 年 10 月 17 日

10:00 頃

営業所より本事象の発生について労働基準監督署へ報告を行った。

10:15 頃

所長がルミネスバッジを測定機関に送付し、本社取扱主任者が被ばく線量値の緊急測定依頼を実施。

13:00 頃

「従事者」A・B 2 名が、電離放射線健康診断（1 回目）を受診。

診断の結果、問診では異常なし。血液検査の結果は 1 週間後の予定。

15:34 頃

本社取扱主任者より原子力規制委員会へ第 2 報を報告。

17:57 頃

本社取扱主任者より原子力規制委員会へ第 3 報を報告。

・ 令和 4 年 10 月 18 日

13:00 頃

製油所内の当社事業所当該事象発生現場へ原子力規制庁：検査員による立入検査及び労働基準監督署：監督官による検査の実施を受けた。

・ 令和 4 年 10 月 19 日

13:17 頃

本社取扱主任者より原子力規制委員会へ第 4 報を報告。

14:28 頃

測定機関よりルミネスバッジの正式測定結果をメールにて受領した。

「従事者」A : 25.7mSv、「従事者」B : 8.0mSv の計画外被ばくをしていることが判明し、

計画外被ばく対象者を1名から2名とした。

15:56 頃

原子力規制庁堀越様へ上記測定結果をメールにて連絡。

同時に社内へ展開。

19:55 頃

本社取扱主任者より原子力規制委員会へ第5報を報告。

・ 令和4年10月24日

11:41 頃

「従事者」A・B2名の血液検査の結果を踏まえ、医師の診断より健康診断（1回目）の結果は異常なしを確認。

・ 令和4年10月25日

9:16 頃

本事象の経過報告を原子力規制庁堀越様へメールにて提出。

・ 令和4年10月26日

13:30 頃より 17:00 頃

現業部門全部署にて事前に実施した原因と対策ミーティング結果をベースに、全社の部門長及び放射線管理責任者による放射線管理委員会をWEBにて開催し、本事象の原因と対策について集中討議を実施。

・ 令和4年11月7日

10:00 頃

「従事者」A・B2名が、電離放射線健康診断（2回目）を受診。

診断の結果、問診では異常なし。血液検査の結果は1週間後の予定。

・ 令和4年11月11日

10:46 頃

「従事者」A・B2名の血液検査の結果を踏まえ、医師の診断より健康診断（2回目）の結果は異常なしを確認。

5. 使用していた装置の概要

線源は線源容器（大きさ：300×290×160mm・重量：21 k g・遮へい体：タンゲステン合金46mm厚）に収納され保管されている。使用時は、操作器にて巻き取られているレリーズワイヤーを手動で線源容器まで送り出し、レリーズワイヤーと線源ホルダーをつなぎ、線源ホルダーを線源容器から先端まで送り出し、照射が終わったらレリーズワイヤーを巻き戻し、線源ホルダーを線源容器に収納する。

(1) 装置概要図

① 【装置構成図】



② 【線源容器】（容器断面図）

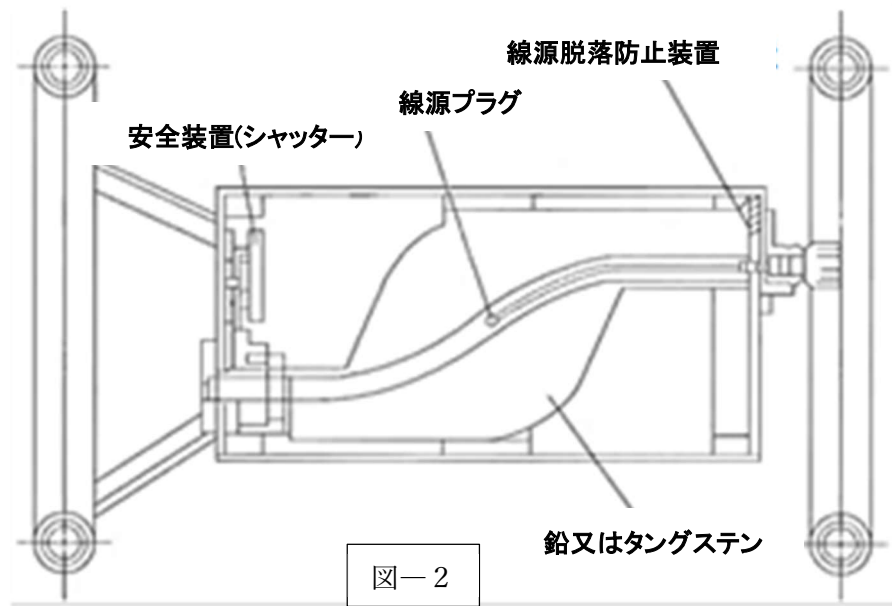


図-2

【鉛コリメーター】

・右画像は鉛コリメーターで、線源ホルダーを鉛部分まで送り出しコリメーターの鉛にて必要以外のガンマ線を遮蔽するもの。

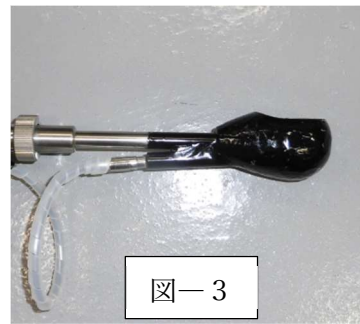
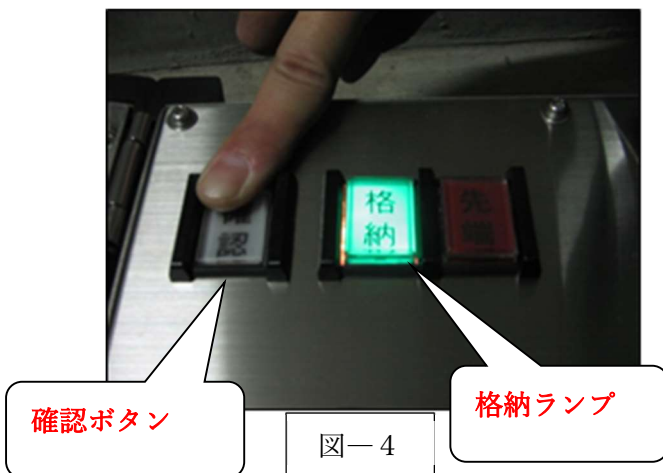


図-3

③ 【操作器】（確認ボタン・格納ランプ）



確認ボタン

格納ランプ

図-4

【操作器】（距離計）



距離計

図-5

操作器の確認ボタン及び距離計が0であることで、線源位置（線源容器に格納されていること）がわかる。

(2) 個人被ばく線量測定用具

【個人線量計：RadEyeG10】



図-6

- ・サーモフィッシャー社製で積算線量及び線量当量率が測定できる。ポケット線量計としても活用できる。また、アラーム音及び振動により、線量が設定値を超えたことを装着者に伝えることができる。



図-8 フラットパネル

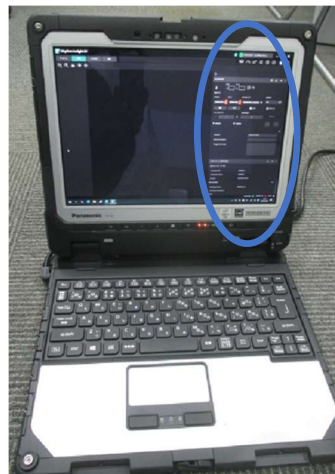
- ・パネル内に並べられたシンチレータに放射線が当たると光変換され半導体で電気信号に変換し画像化できるセンサー。(フィルムやイメージングプレートに比べ感度が高い)

【ルミネスバッジ】



図-7

- ・積算の個人被ばく線量が測定できる。
(繰り返し測定ができるメリットがある。)
1ヶ月間の測定に用いる。



拡大

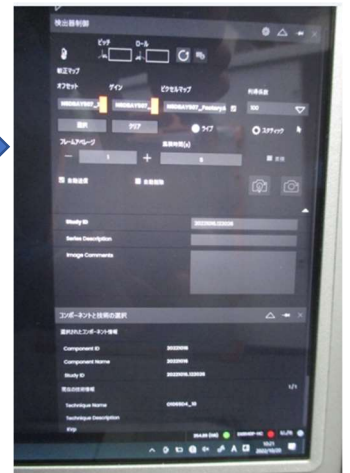


図-9 PC(撮影データの取り込み用)

- ・フラットパネルからの撮影データ取り込み、及び放射線の取り込み時間の制御が可能。撮影時は線源を出したままで何度も撮り直し可能。

6. フラットパネル撮影作業の特徴と事象当日のデータ取得作業（撮影配置）概要

・フラットパネル撮影作業の特徴

フラットパネルを用いた撮影は、ガンマ線透過試験装置の線源の送り出しの後に、画像データの取得を PC の操作により行い撮影画像を作業現場で確認することができる。線源の線源容器への収納は PC で画像データに問題がないことを確認してから行う。これは、従来のフィルムやイメージングプレートを用いた撮影の開始及び終了が、線源の線源容器からの送り出し及び線源容器への収納により行うことと比べ、PC の操作と作業現場で画像データが確認できるという点が、フィルムやイメージングプレートを用いた撮影方法と撮影手順が異なる。

なお、フラットパネルを用いた撮影に係る体制については、この PC 操作を別途行うための作業員の必要性を考慮し、「ガンマ線検査作業要領」を令和4年4月に改定し「1チーム3名以上が望ましい。」としていた。

・事象当日のデータ取得作業（撮影配置）概要

環境条件設定及び1回目データ取得概要を（図-10）に示す。

配管の東面に配管表面から約 500mm 離しコリメーターを設置、反対方向（西面）にフラットパネルをセットした。

操作器にてコリメーターまで線源を送り出し照射開始、PC 画面上の読み取りスタートボタンを押し1分間画像データを取得した。読み取り終了後、撮影画像を確認し、操作器にて線源を巻き戻し線源容器に線源が戻っていることを格納ランプ、距離計、サーベイメーターで確認した。その後2回目データ取得のセットに向かった。

（図-11）に示すように、配管の南面に配管表面から約 400mm 離しコリメーターを設置、反対方向（北面）にフラットパネルをセットした。

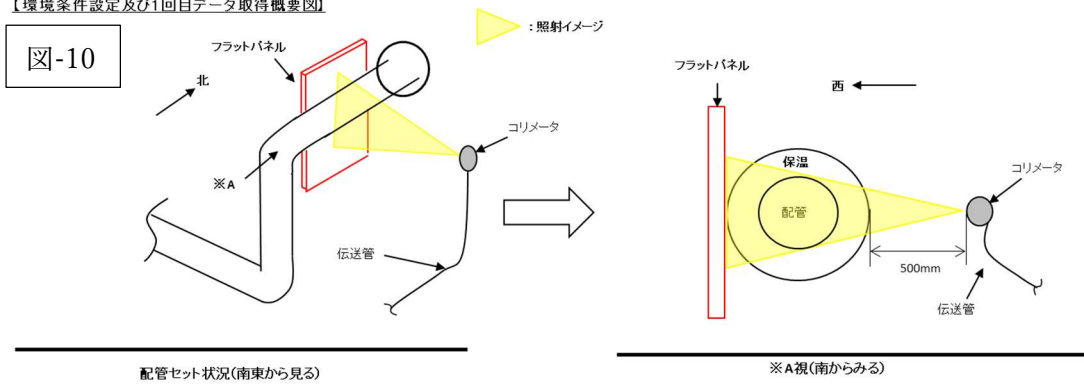
操作器にてコリメーターまで線源を送り出し照射開始、PC 画面上の読み取りスタートボタンを押し1分間画像データを取得し撮影画像を確認した。

その後3回目データ取得のセットに向かった。

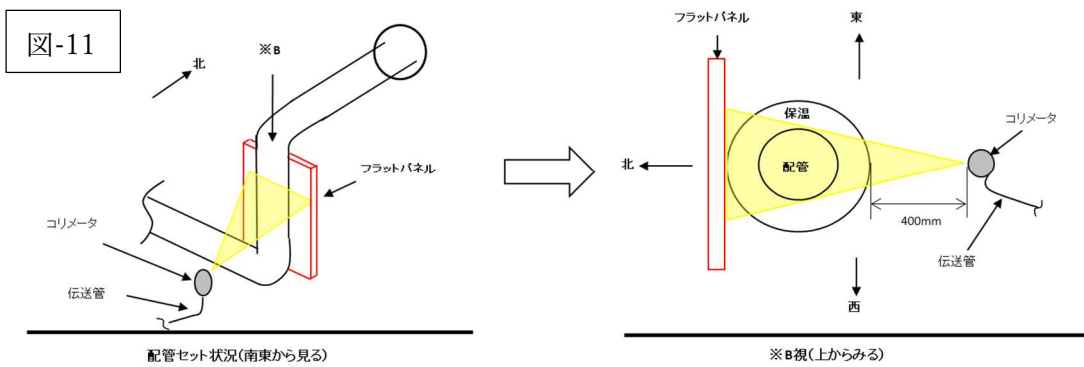
（図-12）に示すように、配管の南面に配管表面から約 400mm 離しコリメーターを設置、反対方向（北面）にフラットパネルをセットした。

このセットを行っていた際に、線源ホルダーがコリメーターの先端にあったままの状態であった為、5mSv を超える計画外被ばくをした。

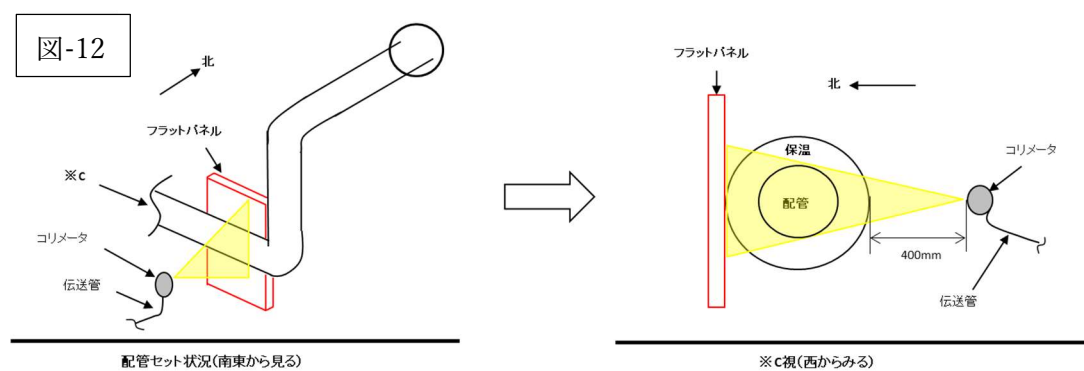
【環境条件設定及び1回目データ取得概要図】



【2回目データ取得概要図(撮影方向配置換え)】



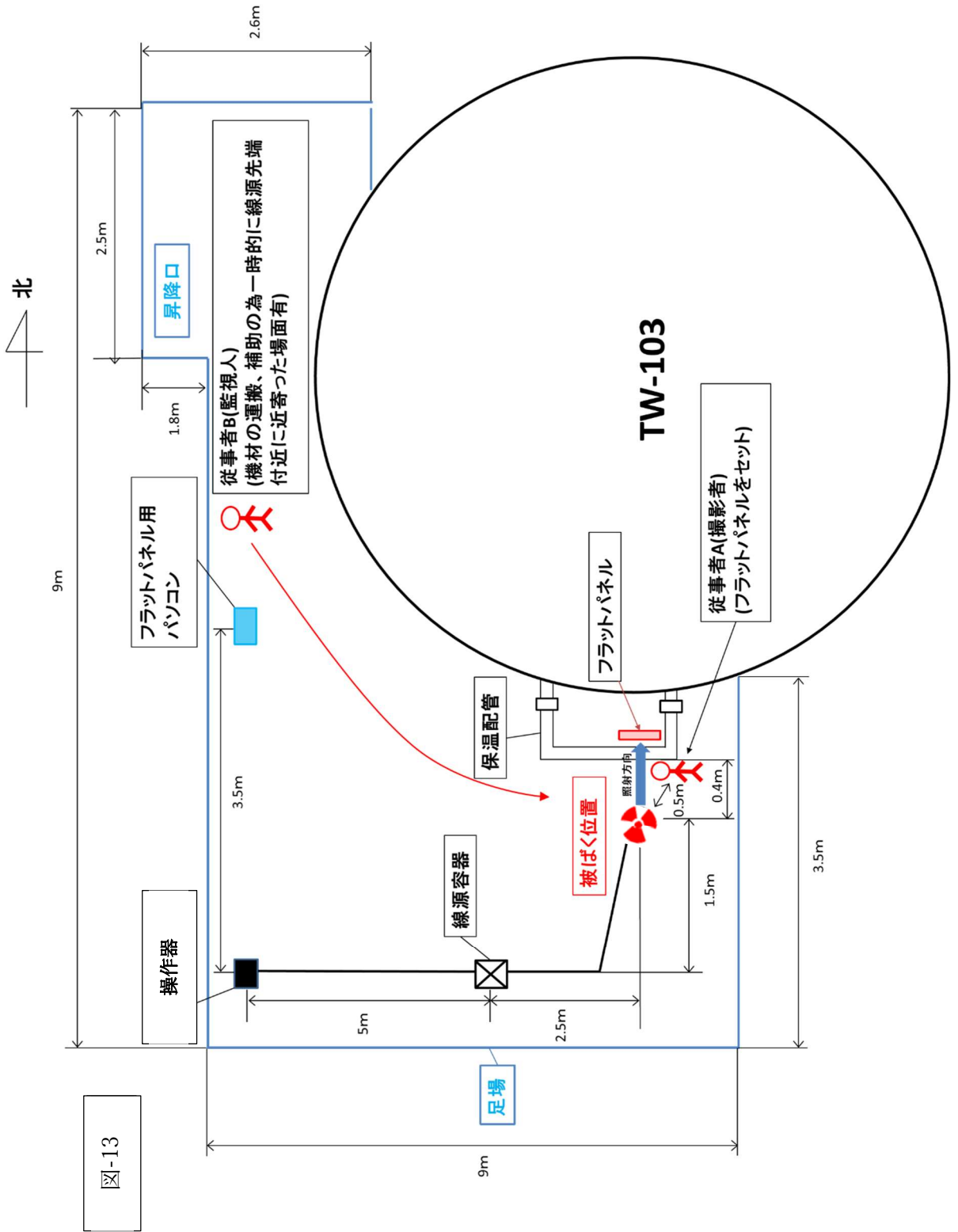
【3回目データ取得予定概要図】



7. 従事者配置状況・管理区域設定状況

(図-13) に従事者の配置、(図-14、15) に管理区域の設定状況を示す。

管理区域は作業場所への侵入経路(階段、ラダー、連絡通路)を全て塞ぐ事によって、区分した。立入禁止の方法は、赤白ロープ、標識、赤色回転灯の3点をセットで使用することで行った。




 : 線源位置

図-14(平面)

<管理区域設定状況>

- : 管理区域
- : 縄張り(赤白ロープ)
- ⊙ : 管理区域標識
- ※ : 赤色回転灯
- ⊗ : 従事者
- A~D : 線量測定位置

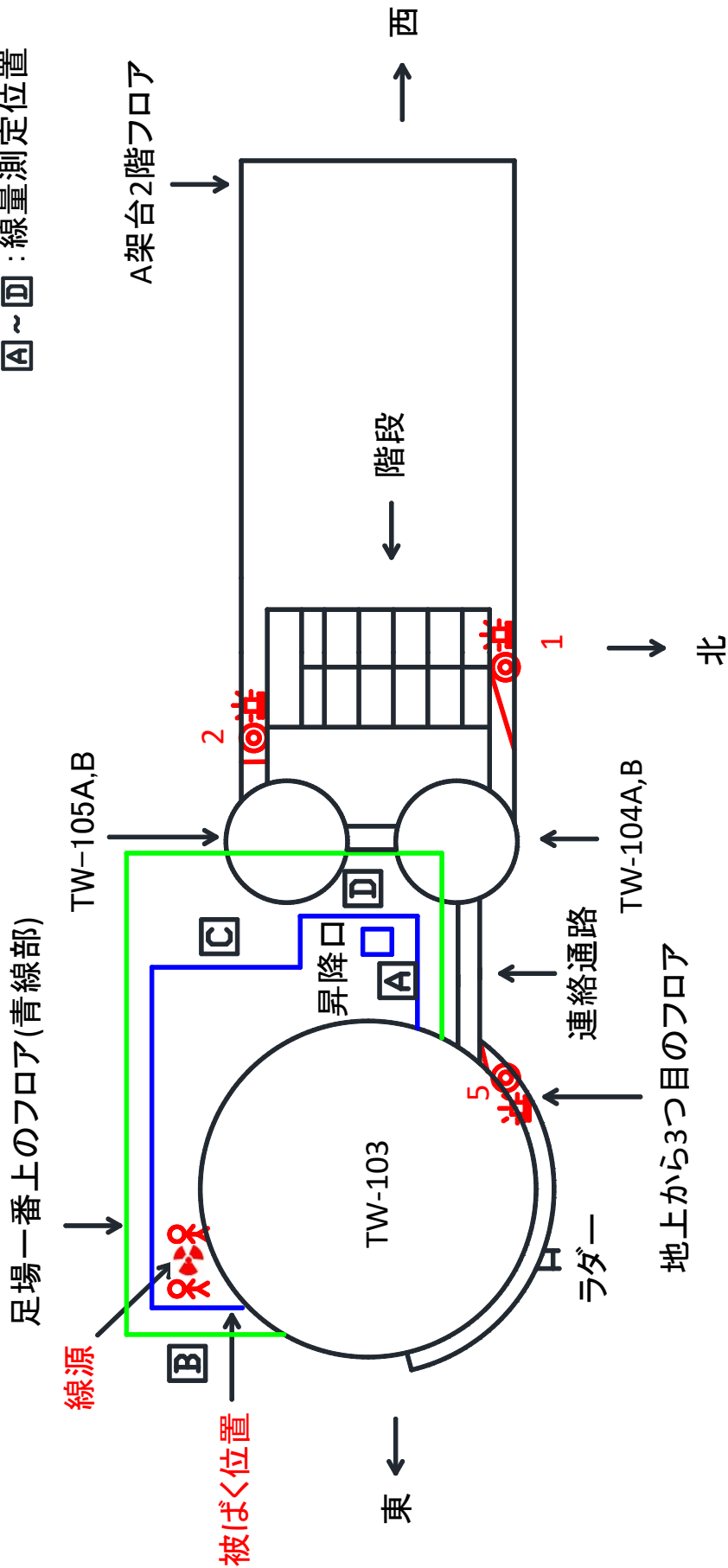
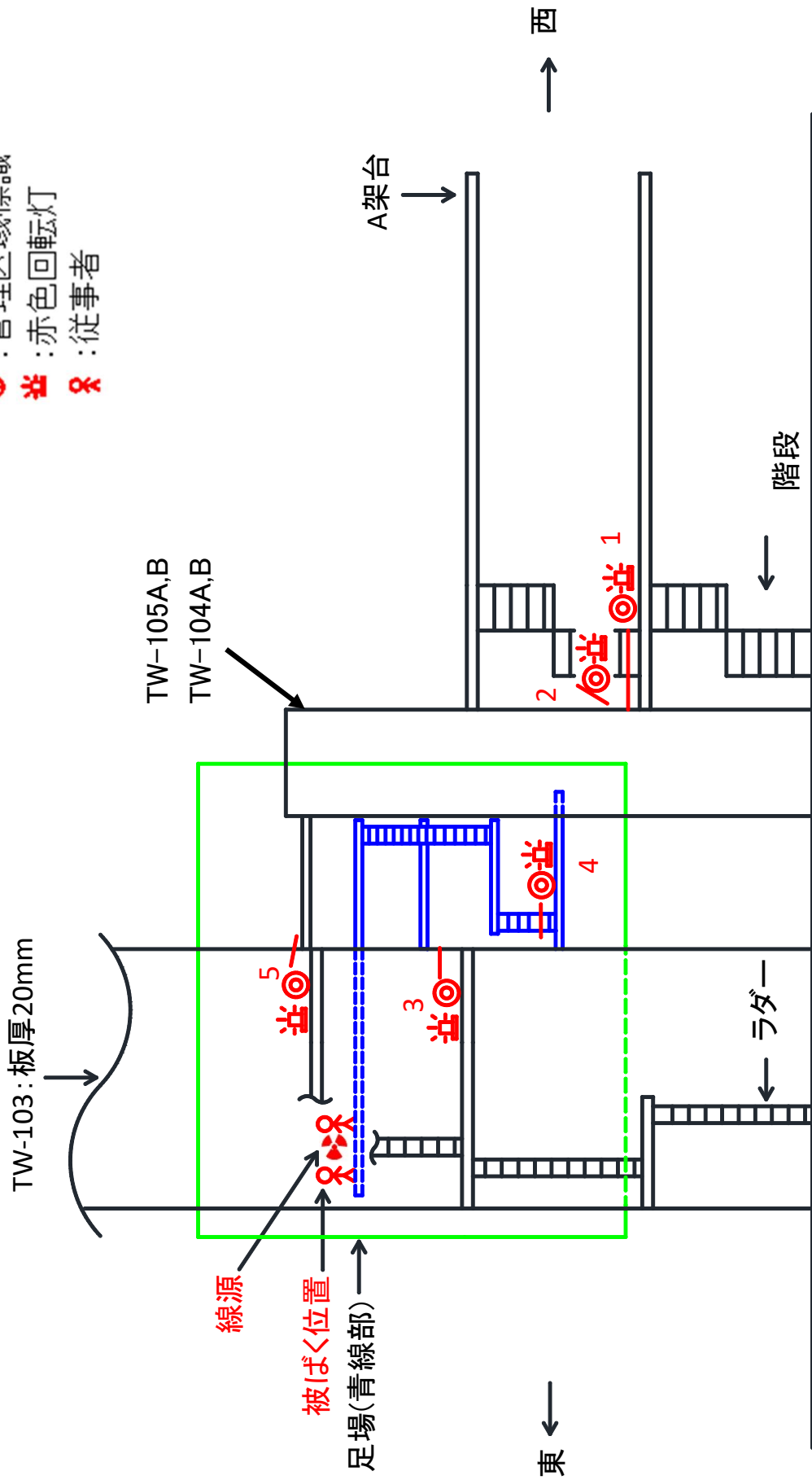


図-15(側面)

<管理区域設定状況>

- : 管理区域
- : 縄張り(赤白ロープ)
- ⊙: 管理区域標識
- ⚡: 赤色回転灯
- ⚡: 従事者



8. 人体環境への影響

・核種及び数量

イリジウム 192、370GBq

状態：放射性同位元素（イリジウム 192、370GBq）はステンレスカプセル（0.48mm 厚上）に入れ線源ホルダーに密封され、それを線源容器（大きさ：300×290×160mm・重量：重量 21kg・遮へい体：タングステン合金 46mm 厚）に収納され保管されている。（線源容器断面図 P7 図-2 参照）

・人体への影響

① 実効線量

実効線量は、当初、令和 4 年 10 月 16 日時点での計算評価については、「従事者」A は 14.4mSv、「従事者」B については 4.3mSv とし、また、「従事者」A の即時に被ばく線量を確認できる測定器による暫定測定値（RadEyeG10 の値）は 15.0mSv・「従事者」B の暫定測定値（RadEyeG10 の値）は 4.02mSv であった。

令和 4 年 10 月 19 日 14 時 28 分に 1 ヶ月積算の個人被ばく線量を測定するルミネスバッジの測定値を受領した結果、「従事者」A は 25.7mSv・「従事者」B は 8.0mSv であった。「従事者」A・B 2 名ともにルミネスバッジの測定値が即時に被ばく線量を確認できる測定器と差異が出ることとなったが、「従事者」A・B 2 名ともルミネスバッジの被ばく線量が大きくなったため、実効線量の評価はルミネスバッジの実測値を採用した。「従事者」A は、令和 4 年度の積算値が 29.2mSv、5 年間の積算値が 48.5mSv であり、「従事者」B は、令和 4 年度の積算値が 8.7mSv、5 年間の積算値が 10.6mSv であった。実効線量を評価した結果、「従事者」A・B 2 名ともに年間線量限度 50mSv、及び 5 年間の線量限度 100mSv を超えていないことを確認した。

② 目の水晶体の等価線量

計画外被ばくが発生した作業中の目の位置を再現した結果、ルミネスバッジよりも距離が近くなることは無かったため、目の水晶体の等価線量は、ルミネスバッジの実測値を採用した。「従事者」A は、令和 4 年度の積算値が 29.2mSv であり、「従事者」B は、令和 4 年度の積算値が 8.7mSv であった。目の水晶体の等価線量を評価した結果、「従事者」A・B 2 名ともに年間線量限度 50mSv を超えていないことを確認した。

③ 皮膚の等価線量

計画外被ばくが発生した作業中の手の位置を再現した結果、「従事者」A はコリメーターのセット替えを実施しており、ルミネスバッジよりも距離が近くなる状況があったため、計算により手の局部の被ばく線量を算出した結果、20.8mSv となったが、ルミネスバッジの被ばく線量が大きくなったため、皮膚の等価線量の評価はルミネスバッジの実測値を採用した。「従事者」B は、作業の状況より局部の被ばくは無かったため、ルミネスバッジの実測値を採用した。「従事者」A は、令和 4 年度の積算値が 29.1mSv であり、「従事者」B は、令和 4 年度の積算値が

8.7mSvであった。皮膚の等価線量を評価した結果、「従事者」A・B 2名ともに年間線量限度 500mSv を超えていないことを確認した。

単位:mSv

期間	「従事者」A			「従事者」B		
	10月分 (計画外被ばくを含む)	令和4年度 2022.4～ 2022.10	5年間 2018.4～ 2022.10	10月分 (計画外被ばくを含む)	令和4年度 2022.4～ 2022.10	5年間 2018.4～ 2022.10
測定方法	実測値 (ルミネスバッジ)			実測値 (ルミネスバッジ)		
実効線量	25.7	29.2	48.5	8.0	8.7	10.6
水晶体	25.7	29.2	48.5	8.0	8.7	10.6
皮膚	25.7	29.1	48.4	8.0	8.7	10.6

また、「従事者」A・B 2名は令和4年10月17日電離放射線健康診断を受診、健診結果を令和4年10月24日に受け、医師の診断結果は10月24日時点で異常なし。

「従事者」A・B 2名は令和4年11月7日に2回目の電離放射線健康診断を受診、健診結果を令和4年11月11日に受け、医師の診断結果は異常なし。

・環境への影響

撮影時に、RadEyeG10により管理区域境界線量を測定した結果、25 μ Sv以下であり、管理区域境界線量の1300 μ Sv/3ヵ月を超えていない。また、管理区域内には立入禁止措置により人はいなかったため、周辺環境への影響はない。

9.原因

- ① フラットパネルを使用する際の検査作業要領がなかった。
「従事者」A・B 2名共がパソコンの画像に集中してしまい「ガンマ線検査作業要領」に規定している線源の巻き戻し及び安全確認（低線量確認、格納ランプ、距離計、ブリーパー、線源ホルダー目視、指差呼称）を全て失念してしまった。これは、6.の「・フラットパネル撮影作業の特徴」のとおり、フィルムやイメージングプレートによる撮影とは異なり、フラットパネルの撮影は、パソコン操作と線源の取扱いの作業が独立しているが、これを踏まえたフラットパネル専用の手順を作成していなかったこと、また、役割分担について、6.の「・フラットパネル撮影の特徴」のとおり、「ガンマ線検査作業要領」上、フラットパネルを用いた撮影に係る体制については、「1チーム3名以上が望ましい」ととどめられており、今回、パソコン操作と線源の取扱いを兼任していたことが原因と考える。
- ② 作業環境により線量計のアラーム音・振動に気付かなかった。
(1) 事象が起きたエリアは騒音環境で、安全衛生面より耳栓を使用していたためRadEye G10の警告音が従事者に聞こえなかった。

(2)RadEye G10（装置のしきい値は $100\mu\text{Sv/h}$ で正しく設定）の振動はしていたが従事者は胸ポケットに入れていた RadEye G10 の振動に気付かなかった。（煙管服で RadEye G10 が体に触れていなかった）

10. 今回の事象を踏まえ令和元年4月24日に発生した計画外被ばくに対し実施した再発防止策と有効性の評価

前回の計画外被ばくの再発防止策として以下の4点の対策を実施。

- ① 「ガンマ線検査作業要領」（手順書）を一部改訂・放射線作業安全ポケットブックを改訂し、従事者全員に計画外被ばく事象も含めた再教育を実施する。開発中装置の検査要領（手順）の作成を行い、模擬線源容器によるモックアップ訓練を含めた事前教育を受講した従事者を配置する。

（当日の対応）

前回の計画外被ばくを発生させた際に再発防止策を立てたが、開発中装置に限定したため新しく導入した検査手法において、パソコン操作など類似の作業が発生するフラットパネルを使用した検査業務に水平展開できていなかった。

- ② 開発中装置を使用した作業要領は特殊なものであるため、線源容器には従来通りブリーパーⅢを設置し、コリメーター先端（線源先端部）には、新たに放射線検知型警告灯を設置することを記載し、規定とし実施する。

（当日の対応）

再発防止策を開発中装置に限定したことでパソコン操作など類似の作業が発生するフラットパネルを使用した検査業務に水平展開されず、コリメーター先端（線源先端部）に放射線検知型警告灯を設置できていなかった。

- ③ RadEyeG10 を使用する場合、異常を知らせる閾値を $100\mu\text{Sv/h}$ に設定するように本社安衛・放管課より指導する。また、新たに購入する場合はメーカーに対し閾値を $100\mu\text{Sv/h}$ に設定し納入するように依頼する。購入時は適正に設定されているか受入検査を実施する。

（当日の対応）

前回の事象以降に購入した RadEyeG10 の設定値は適正に設定されていた。しかし、環境によってアラーム音が聞こえない事と従事者に振動が伝わらないことを想定できていなかった。

- ④ 作業体制、人員に変更が生じた場合は、必ず一度作業を中断し、放射線管理責任者に報告を行い、作業継続の可否の指示を仰ぐ。続行可の場合は、改めて手順の確認・役割分担など社規定のガンマ線作業許可書を再作成し従事者の業務分担を明確にしたのち着工する。業務分担に支障がある場合には、必ず従事者の応援要請を行い、人員補充完了後作業を再開する。放射線管理責任者へ体制変更を報告し、安全な作業続行が不可能と判断された場合は、作業を中断する。客先に連絡し再度工程調整（時間調整）をお願いし、無理な対応はしない。

（当日の対応）

作業体制、人員に変更が生じず、ガンマ線作業許可書を作成し従事者登録されている2名が作業しており問題は無かった。

11.再発防止策（上記9.原因①～②に対応し且つ、前回の再発防止策の有効性改善）

- ① 「フラットパネルによるガンマ線検査作業要領」を新規制定し以下の内容を盛り込み従事者へ教育を実施してから作業を行う。
 - (1) フラットパネルによるガンマ線検査作業は3名以上／チームとし線源操作とパソコン操作はそれぞれ別の従事者が実施することを規定する。
 - (2) フラットパネル専用のガンマ線作業許可書を作成し線源操作とパソコン操作の役割分担を明確にする。
 - (3) 作業フローで通常のガンマ線検査作業との違いを明確にする。
- ② フラットパネルによるガンマ線検査作業では従事者がRadEyeG10のアラーム音、振動に気付かず誤って線源照射中に近づかない様に多重防護として線源セット先端部付近に線量率アラームランプGWL10m（放射線検知型警告灯（図-16参照））の閾値を7.5 μ Sv/hに設定し使用し、放射線が視覚と聴覚で覚知できる方法を追加する。
- ③ 本事象を含めフラットパネルによるガンマ線作業の注意点を放射線作業安全ポケットブックに盛り込み改訂し従事者に配布し教育する。目的は本事象の風化防止とガンマ線検査作業手順を必要な都度、再確認できる資料とし現場に配備する。
- ④ フラットパネル特有の危険予知活動を実施しているか、基本動作が徹底できているかを放射線管理責任者又は部門長などが週1回以上パトロールにより巡回確認を行う。運用状況を月毎にまとめ本社放射線管理部へ報告する。

12.事象を水平展開し改善する内容

本事象に係る原因調査及びその再発防止策の検討と併せて、現状のルールについて再度評価した結果、更なる改善事項が確認されたため、以下の通り改善を行うこととした。

- ① 全社の班長リストを確認した結果、班長の現場遂行力の適性を確認できていなかった。これを踏まえ、本社安全・品質統括部が主導し、全社の班長（作業責任者）登録者の見直しを実施し、本事象の根本である如何なる状況でもルール順守できる人員配置の徹底をはかる。基本ルール・作業要領などの再教育を実施するが教育は基本動作の履行を重視する。放射線管理責任者によるガンマ線取扱い技量確認を実施し基本動作が確実に行える従事者を班長へ指名する。

毎月1回以上、定期的なパトロール等により基本動作の履行を確認し、不備がある場合は指名を解除し再教育を実施、問題が無いことを確認できるまでは従事させない。
- ② 各事業所の危険予知活動の実施状況を調査した結果、放射線に特化した危険予知活動が十分ではなかった。これを踏まえ、放射線に特化した危険予知活動が実施されているかを放射線管理責任者又は部門長が週1回以上、ガンマ線作業前に提出される、ガンマ線作業許可書・ガンマ線品質安全作業指示書を確認し、ガンマ線作業パトロール・チェックシートにて作業確認し、運用状況を月毎にまとめ本社放射線管理部へ報告する。

- ③ 各事業所のガンマ線作業許可書の運用状況を確認した結果、作業許可者が作業者となり得る状況があり第三者による確認ができないケースがあることが見られた。これを踏まえ、ガンマ線作業許可書の運用ルールの見直し、班長・従事者の適正な配置を行う。適正な配置が出来ない場合は、体制が構築できるまで作業は実施しない。また、パトロールチェックシートにおいて役割分担の確認を盛り込み、従事者全員が役割分担を認識できているかガンマ線作業許可書のサインで確認する。
- ④ 特別教育・定期教育時においてガンマ線装置取扱いの教育・訓練を強化し、ガンマ線作業の基本動作（低線量確認、格納ランプ、距離計、線源ホルダー目視、指差呼称、ブリーパーⅢ）の徹底を行う。部門長又は放射線管理責任者による週 1 回以上のパトロールにより基本動作の実施状況を確認し、定着を図る。
- ⑤ 今後、新技術を利用したガンマ線検査を実施する場合は、危険個所を明確にした要領書を作成したのち業務開始とする。また、チーム人数については、その作業工程等を踏まえ必要なチーム人数を設定する。
- ⑥ 今回のフラットパネルによるガンマ線検査作業に類似したパソコンを使用するガンマ線検査作業においては、線源セット先端付近に線量率アラームランプ GWL10mを設置する。また、従来のガンマ線検査作業では多重防護として線源セット先端部付近に RadEyeG10 を設置（図-17 RadEye G10 設置状況）し、赤色ランプとアラームで放射線が視覚と聴覚で覚知できる方法を追加し作業を再開して行く。また、「ガンマ線検査作業要領」「フラットパネルによるガンマ線検査作業要領」を改定及び制定し基本動作の教育を実施してから作業を再開して行く。
- ⑦ 暫定測定値（RadEyeG10 の値）とルミネスバッジの結果に差が生じた理由については、RadEyeG10 をルミネスバッジの装着位置（左胸のポケット）と異なる場所（右胸のポケット）に装着していたためと考えられたため、令和 4 年 11 月 7 日にガンマ線検査作業要領を改定し 2 種類の測定器を同じポケットに入れることを明記した。



図-16 線量率アラームランプ GWL10m

- ・ GRAETZ 社製で充電式の線量率アラーム計でありガンマ線を検知すると光と音のアラームが作動する。4段階の閾値で設定した線量率を超えると上部のランプがフラッシュし危険を知らせる。また、アラーム音は 30cm で 93dB の大音量が発生する。
- ※フラットパネルによるガンマ線検査作業及びこれに類似したパソコンを使用するガンマ線検査作業において使用する。



図-17 RadEye G10 設置状況

- ・ 鉛コリメータの先端付近に RadEye G10 を設置することで LED ランプでガンマ線を視覚的に覚知できる。また、アラーム音は 30cm で 85dB の大音量が発生する。
- ※図-16 を使用する作業以外の場合は RadEye G10 を使用する。

13.今後の対応

今後はパトロールにより各要領書に基づく手順の通り作業が実施できているか確認して行く。パトロールの頻度は上記 11. 12. の内容に有効性が確認されるまでは継続する。また、計画外被ばくの再発を防止するために放射線検知型警告灯は有効性の高い製品を検討し導入して行く。

以上