

令和4年10月25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

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、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。「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。

従事者A・Bの2名で行っていた。その概要を以下に示す。

従事者	A	B
メイン業務内容	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

・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。

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電話にて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)、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。「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)、RadyeG10 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を開始、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、RadyeG10 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：RadyeG10 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。

同時刻に客先側へも報告。

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取扱主任者及び統括チーム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。

17:59 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

当社営業所当該事象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 を被ばく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。

19:32 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・B 2 名の健康診断結果を受け、医師の診断より異状なしを確認。

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リリースワイヤーを手動で線源容器まで送り出し、リリース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、照射が終わったらリリース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。

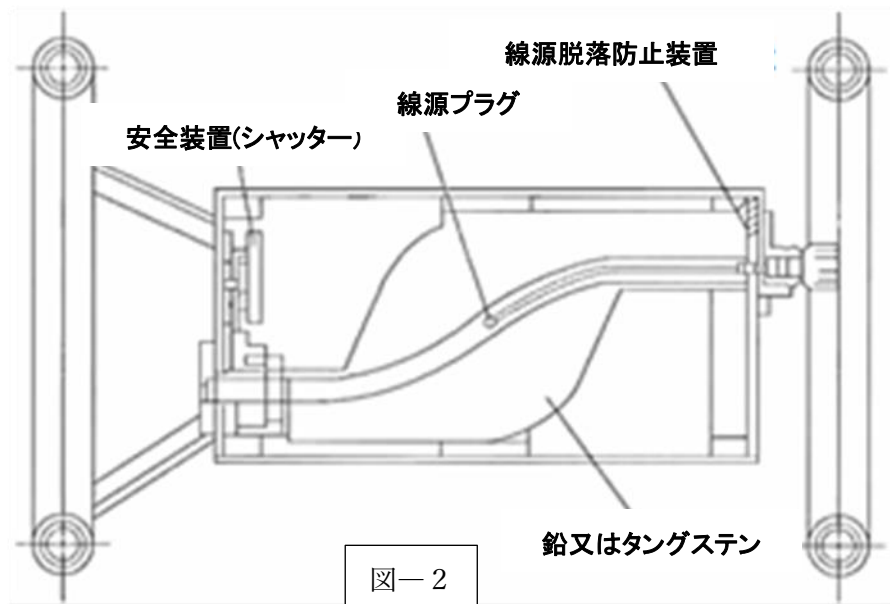
(1) 装置概要図

① 【装置構成図】



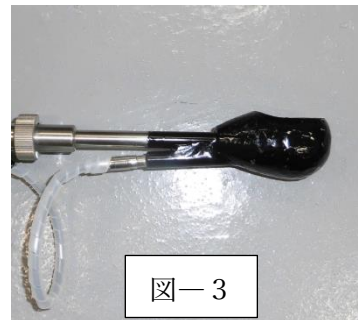
図-1

② 【線源容器】（容器断面図）

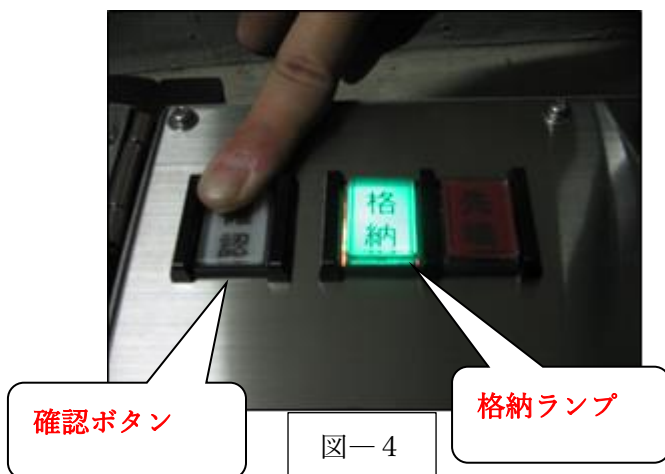


【鉛コリメーター】

・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。



③ 【操作器】（確認ボタン・格納ランプ）



【操作器】（距離計）



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。

【ルミネスバッジ】

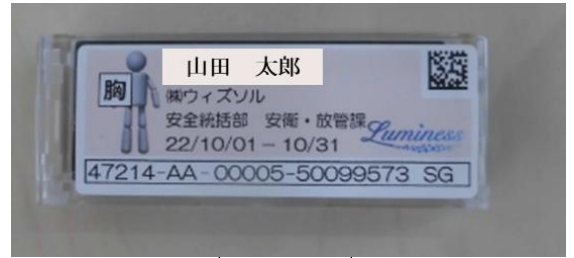


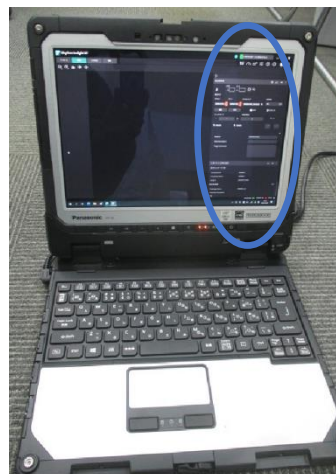
図-7

- ・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。



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)



拡大

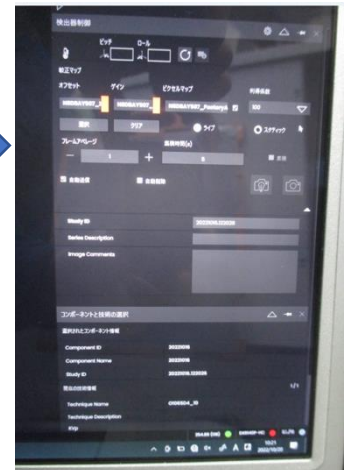


図-9 PC(撮影データの取り込み用)

- ・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. 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、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。

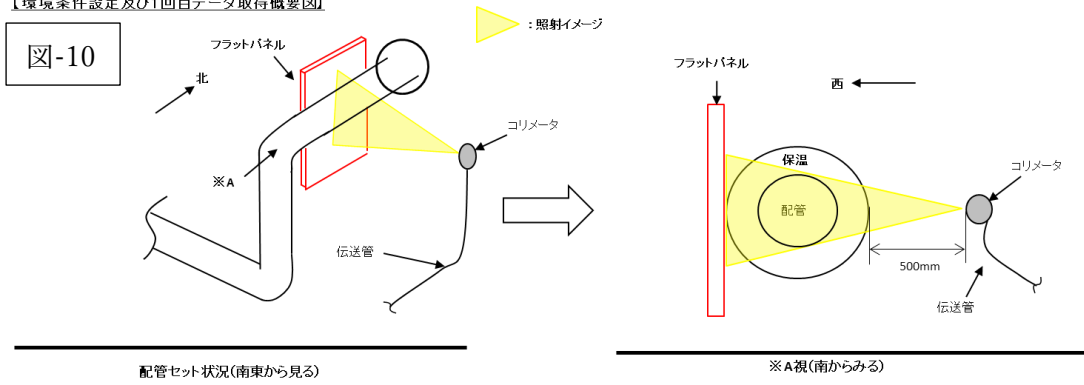
操作器にてコリメーターまで線源を送り出し照射開始、PC 画面上の読み取りスタートボタンを押し 1 分間画像データを取得した。

その後 3 回目データ取得のセットに向かった。

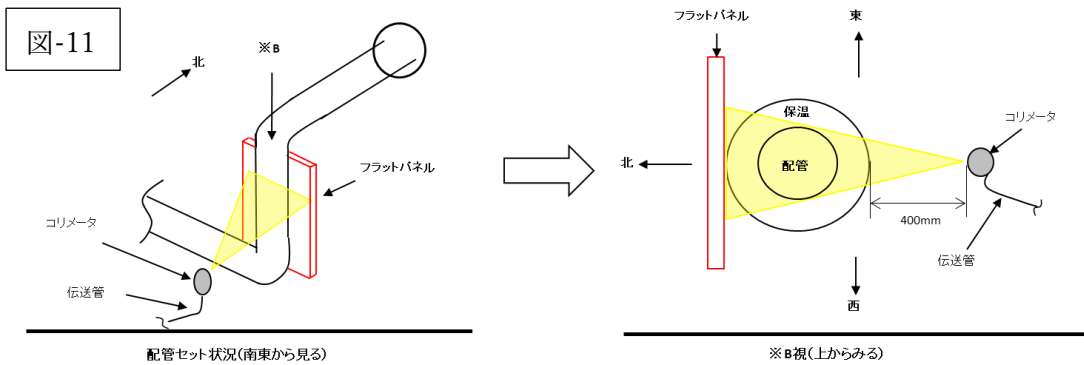
（図-12）に示すように、配管の南面に配管表面から約 400mm 離しコリメーターを設置、反対方向（北面）にフラットパネルをセットした。

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。

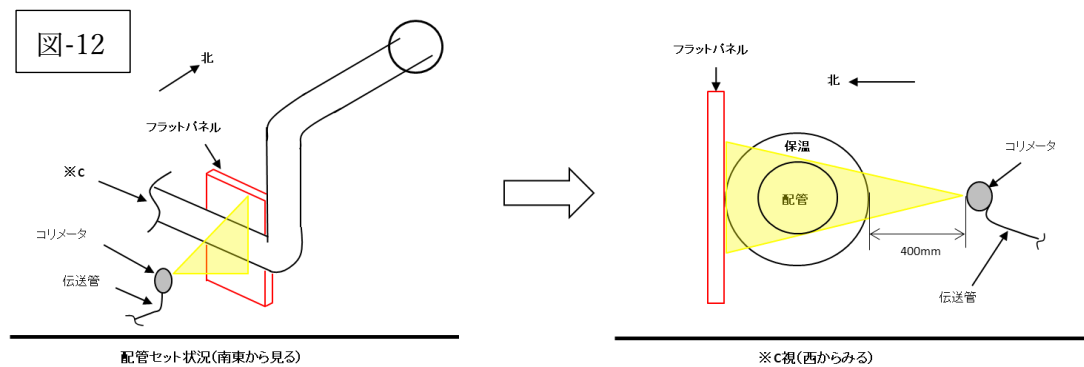
【環境条件設定及び1回目データ取得概要図】



【2回目データ取得概要図(撮影方向配置換え)】



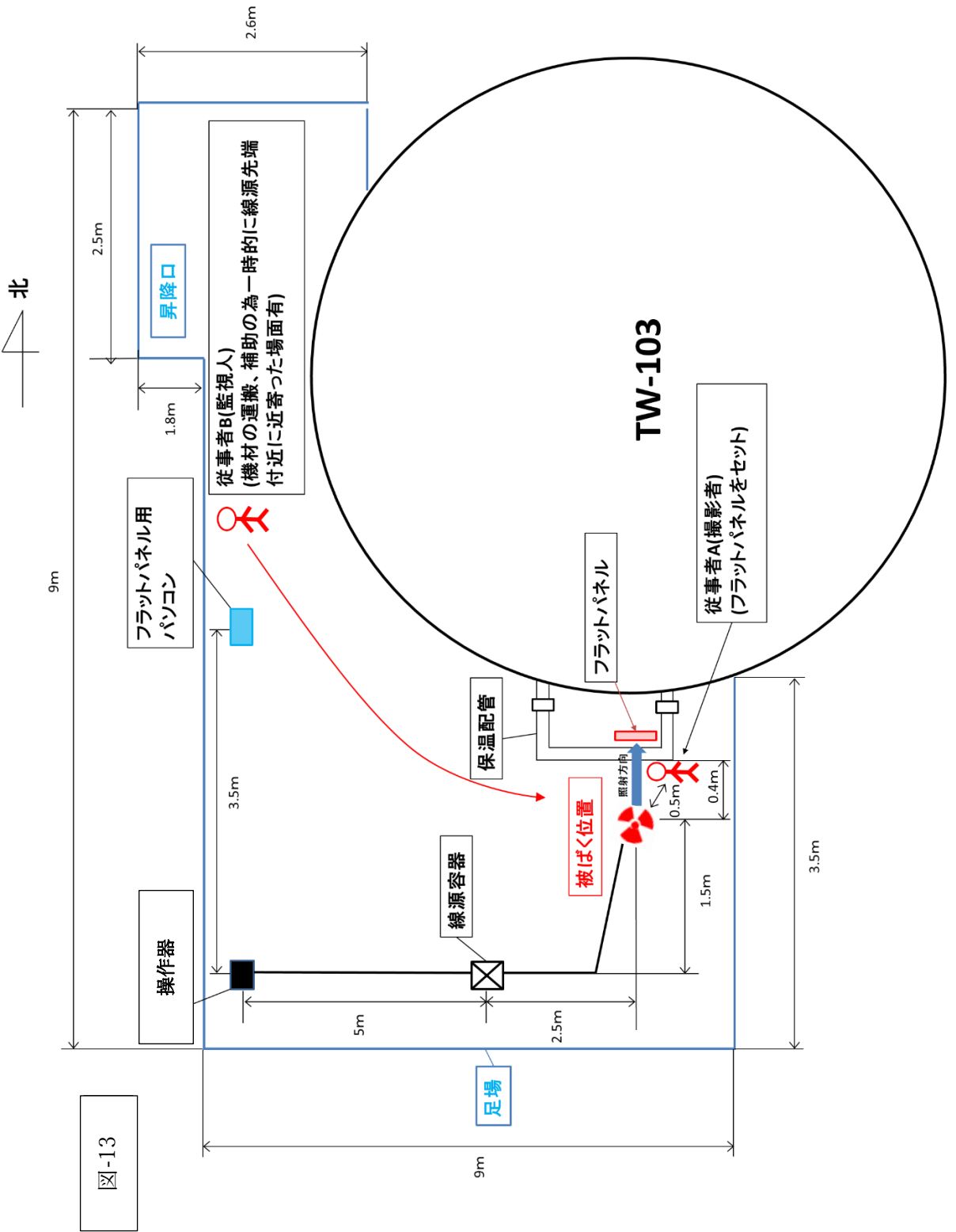
【3回目データ取得予定概要図】



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) 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

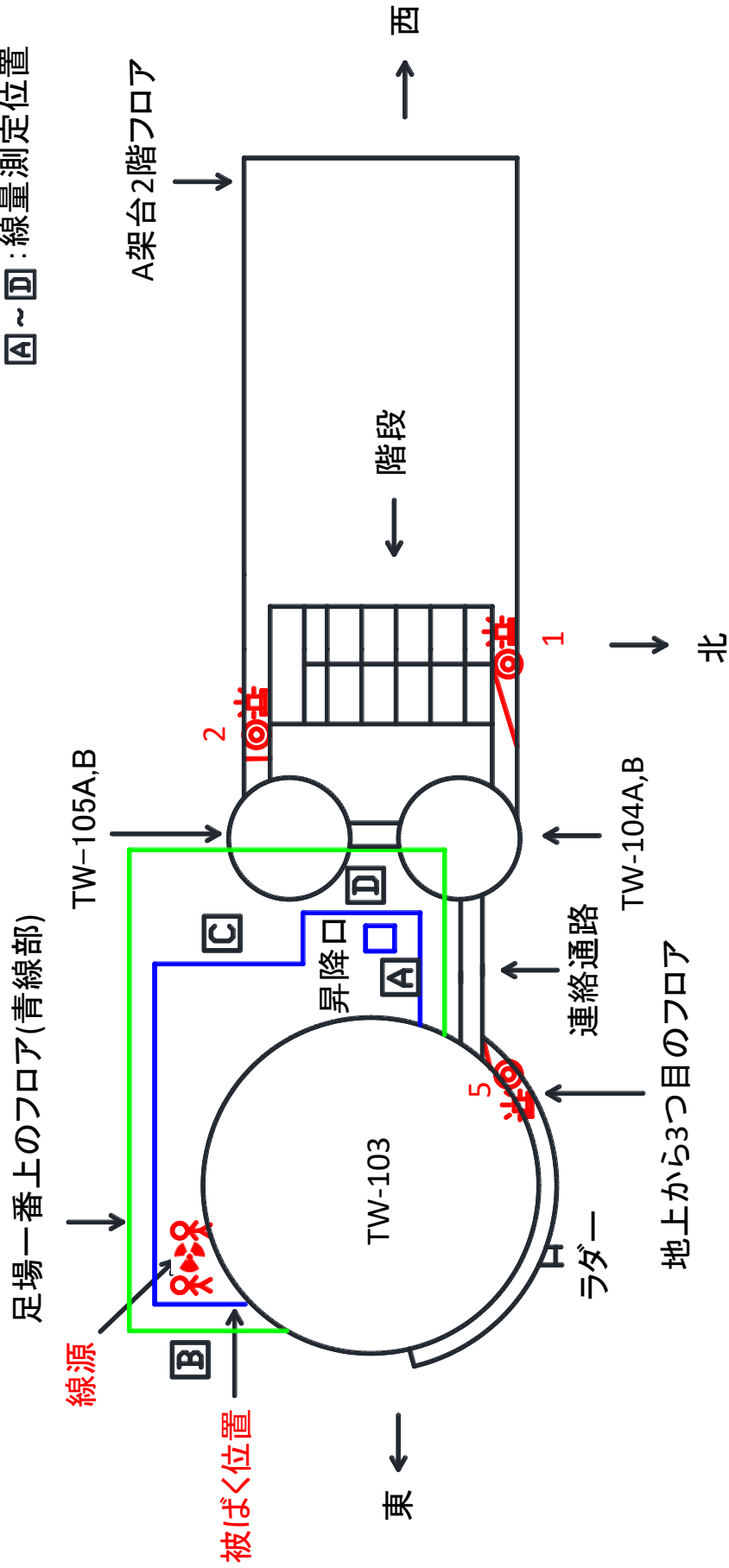
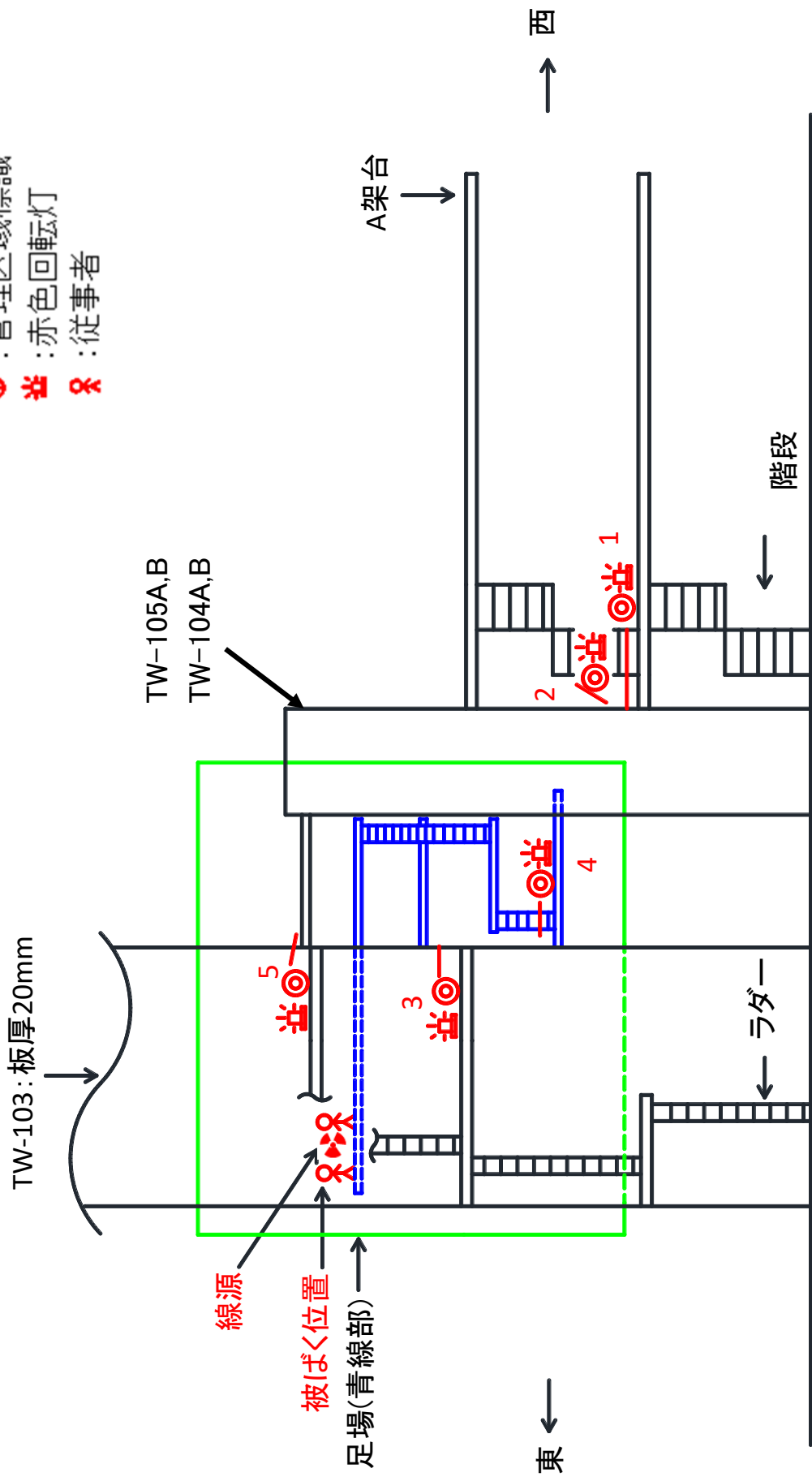


図-14(側面)

<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 21 kg・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。

・被ばく線量の評価

イリジウム 192 の実効線量率定数は $0.117 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{MBq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ である。

「従事者」A の被ばく値について計算（参考）

条件：使用線源（イリジウム 192、370GBq ×1 台）

：線源—被ばく者の距離=0.5m

：被ばくした時間=5 分

：実効線量率定数 = $(0.117 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{MBq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$

$$370 \times 10^3 \text{MBq} \times 0.117 \times (1/0.5^2) \times 5/60 = 14430 \\ \doteq 14.4 \text{mSv}$$

「従事者」B の被ばく値について計算（参考）

条件：使用線源（イリジウム 192、370GBq ×1 台）

：線源—被ばく者の距離=0.5m

：被ばくした時間=1.5 分

：実効線量率定数 = $(0.117 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{MBq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$

$$370 \times 10^3 \text{MBq} \times 0.117 \times (1/0.5^2) \times 1.5/60 = 4329.0 \\ \doteq 4.3 \text{mSv}$$

被ばく線量は 10 月 16 日時点での「従事者」A の暫定測定値（Radeye-G10 の値）は 15.0mSv・「従事者」B の暫定測定値（Radeye-G10 の値）は 4.02mSv であった。令和 4 年 10 月 19 日 14 時 28 分に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。上記の被ばく線量の評価では、「従事者」A の計算値は 14.4mSv、「従事者」B の計算値は 4.3mSv 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大きな被ばく線量となったが年間線量限度 50mSv は超えていない。また、周辺環境への影響はない。

・人体への影響

「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 日時点で異状なし。

9. 今後の対応

前回の計画外被ばくの再発防止策として以下の対策を実施。

- 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・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。
- 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。
- 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。
- 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。

以上4点の対策を立て進めていたにも関わらず、今回の事象が発生したため、前回の再発防止策を踏まえ、今回の原因を究明し、実効性のある再発防止対策を立てて行く。計画外被ばく対象「従事者」A・B2名の電離放射線健康診断については、社内規定により、発生(令和4年10月16日)より3週間後(令和4年11月6日以降)に電離放射線健康診断を実施予定。

以上