

令和 3 年 5 月 12 日
原子力規制委員会 殿

宮崎県都城市早鈴町 17 街区 1 号
一般社団法人藤元メディカルシステム
理事長 藤元 勇一郎

放射性同位元素（炭素 11）線源を用いた PET 検査薬剤製造時における
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 2 年 11 月 27 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

宮崎県都城市早鈴町 17 街区 1 号
一般社団法人藤元メディカルシステム
理事長 藤元 勇一郎

2. 件名

放射性同位元素（炭素 11）線源を用いた PET 検査薬剤製造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

宮崎県都城市の藤元総合病院サイクロトロン関連施設内
当院は、サイクロトロン関連施設内において、放射性同位元素等の規制に関する法律第 10 条 2 項（許可使用に係る変更許可申請書）に基づき従前より、直近の 3 ヶ月間延べ薬剤製造回数 96 回程度、1 週間延べ 7 回程度、PET 検査薬剤製造を実施している。

4. 事象の内容

平成 14 年 7 月よりサイクロトロンを導入し、トラブルや事故防止に対して真剣に取り組み、これまで問題なく業務を行ってきた。放射性同位元素（炭素 11）線源を用いた PET 検査薬剤製造の最後の工程では、ドーズキャリブレーションによる全量放射能測

定、体内投与前の薬剤の安全性の確認（検定）に使用する薬剤分取作業及び分取後の残量全量放射能測定の一連の作業を、手作業にて実施している。

令和2年11月27日もこれまでと同様の作業を行っていた。

上記作業工程を終え、放射性同位元素（炭素11）線源が入ったガラスバイアルをドーズキャリブレーションから取り出し、運搬用遮へい体であるタングステン容器へ、コッヘル²を用いて移し入れる際に、ガラスバイアルを、20センチメートルほどの高さから、作業台（高さ105センチメートル）の上に誤って落下させたことにより破損してしまった。これにより、放射性同位元素（炭素11）線源を漏れいさしてしまった。

事象発生時の管理区域内には、放射線業務従事者（以下「従事者」という。）2名がおり、うち1人（従事者（A））が当該作業に従事していた。もう1人（従事者（B））は、サイクロトロン²の運転のため同室内にあり、当該作業場所から4メートル離れた位置でサイクロトロン²の運転作業に従事していた。

この事象により、従事者（A）が管理区域から退出するまでの間に被ばくした線量を、汚染したホット・ラボ室の雰囲気（空間線量率）から評価した結果、およそ12ミリシーベルトであったため、当該従事者1名の被ばく線量は5ミリシーベルトを超える計画外被ばくの恐れがあると判断した。

なお、従事者（B）に関しては、当該事象が発生した直後に報告等のために退出していることと、携帯していた電子式線量計の値が0.018ミリシーベルトであったことから、計画外被ばくの恐れがあった者は従事者（A）のみと判断した。

計画外被ばくの恐れが発生した経緯（時系列）及び現場の状況を以下に示す。

- 1) 製造したPET検査薬剤が想定した放射能数量であることを簡易的に確認する測定装置
- 2) 製造したPET検査薬剤を封入したガラスバイアルを取り扱うための器具

表1 当該事象に関わった従事者（従事者A・B：ホット・ラボ室で作業を実施）

従事者	A	B	C	D
メイン業務内容	薬剤の合成・検定	サイクロトロンの運転	PET検査	放射線管理 PET検査
保有資格	薬剤師	—	診療放射線技師	放射線取扱主任者 診療放射線技師
作業経験年数	3年2カ月	3年3カ月	2カ月	18年
性別	男性	男性	男性	男性
年齢	20代	20代	20代	50代
放射線業務従事者 指定の有無	有	有	有	有

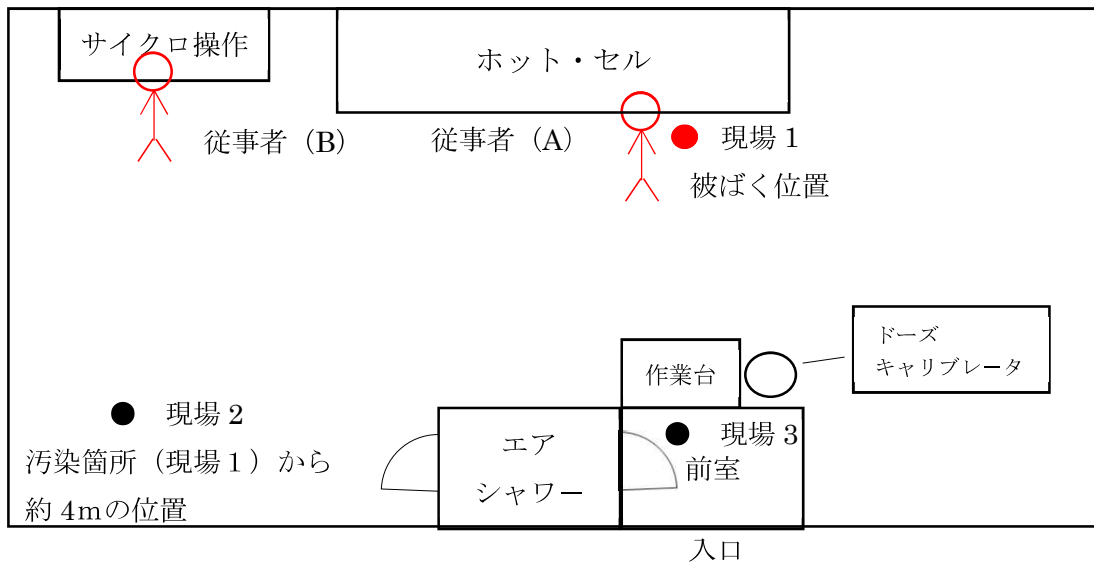


図1 PET 検査薬剤製造場所は先進医療センター東側部分、ホット・ラボ室
(12:49 頃の電話連絡にて、当初想定した位置関係)

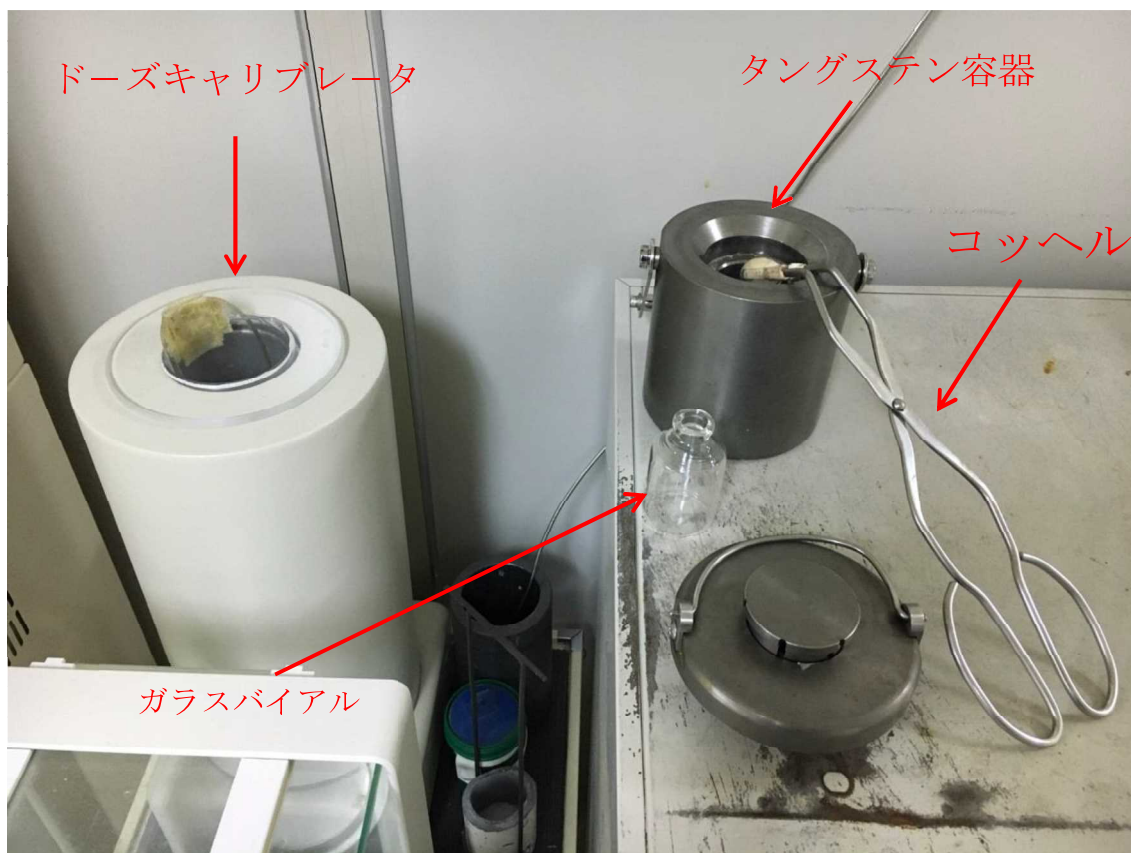


図2 使用していたドーズキャリブレーション、タンゲステン容器の状況

【令和2年11月27日】

11:30 頃

従事者1名（B）が、藤元総合病院（所在地：宮崎県都城市（以下「当院」という。）にて放射性同位元素（炭素11）線源含有するPET検査薬剤（以下「PET検査薬剤」という）を製造するため、サイクロトロンの運転を開始。

（PET検査薬剤製造場所は先進医療センター東側部分、ホット・ラボ室（図1参照））

12:20 頃

従事者2名（A・B）が、PET検査薬剤の合成を開始。

12:45 頃

従事者（A）が、PET検査薬剤の入ったガラスバイアルを、ドーズキャリブレータから運搬用遮へい体であるタングステン容器へ移し入れる際に、タングステン容器にガラスバイアルを接触させたことにより、20センチメートルほどの高さから作業台（高さ105センチメートル）にガラスバイアルを誤って落下させ、落下の衝撃によりガラスバイアルが破損（図1、現場1）。

手が汚染した可能性があり、手袋を外し、流しにて手を洗淨。作業台が腰の位置程度の高さがあることからガラスバッジ及び衣服も汚染した疑い。

白衣は着ておらず、マスクは着用。

（使用していたドーズキャリブレータ、タングステン容器の状況（図2参照））

従事者（B）が、衣服が汚染している可能性があると考え、従事者（A）に上着の脱衣を指示。その後、汚染箇所から離れたところに退避をするよう指示。（図1、現場2）

12:47 頃

従事者（B）が、従事者（C）と薬剤部長へ報告及び着替えの衣服の調達を依頼。

従事者（A）は、衣服到着まで15分程度ホット・ラボ室内に滞在。

12:49 頃

従事者（C）が休暇中の従事者（D）（放射線取扱主任者）※に連絡し、汚染の状況を説明して指示を仰ぐ。（25分間通話）。

※ 主任者の代理者を選任し、代理者は当院で業務していたが、緊急時には放射線取扱主任者の指示を仰ぎ対応することとしており、連絡をとれる体制をとっている。

13:00 頃

立ち入り制限をするため、ホット・ラボ室外の廊下の入口をロープにて閉鎖。

13:02 頃

従事者（A）着衣後、ホット・ラボ室外の廊下（管理区域内）への移動指示。

従事者（A）体表面の汚染測定。5マイクロシーベルト毎時程度。

下着の脱衣を指示したが、脱衣後も線量に大きな変化なし。

引き続き汚染箇所を調査した結果、ガラスバッジの汚染が判明したため、ガラスバッジを取り外し、再度体表面の汚染測定。その結果、バックグラウンドレベルとなったこと

を確認。

13:15

現場の漏えい測定を指示し測定を実施した結果、エアシャワー室前室（現場 3）で 120 マイクロシーベルト毎時であり、それ以上汚染箇所近づいての測定は不可。

従事者（D）（放射線取扱主任者）は放射線安全管理責任者へ状況報告。

副院長及び病院管理部長への報告を放射線安全管理責任者へ依頼し、従事者（D）（放射線取扱主任者）は病院へ向かう。

13:45

従事者（D）（放射線取扱主任者）、病院到着。

事前に電話にて入手していた情報から、被ばく計算を開始。

15:30 頃

従事者（D）（放射線取扱主任者）は、被ばく量が少なくとも 5 ミリシーベルトを超えるおそれがある旨を、病院管理部長へ報告。病院管理部長が病院本部へ連絡。

16:00 頃

計算内容を再精査し、計画外の被ばく累積線量はおよそ 12 ミリシーベルトと評価し、放射線安全管理責任者及び従事者（D）（放射線取扱主任者）で計画外被ばくの事実確認を実施。

16:10 頃

副院長へ報告するが、患者さまの対応中。

16:30 頃

従事者（D）（放射線取扱主任者）は、院長・副院長・病院管理部長へ報告相談し、従事者（A）の健診実施・原子力規制委員会への連絡の指示を受ける。

17:04

今回の事故に対して原子力規制委員会へ連絡を実施。事象内容を口頭にて説明した結果、放射性同位元素等取扱施設における状況通報書（第 1 報告）の作成するよう指示を受ける。通報書作成を開始。

18:20 頃

放射性同位元素等取扱施設における状況通報書（第 1 報告）を FAX にて送信。

18:42

今回の件に関して、計画外の被ばくが 5 ミリシーベルトを超える可能性があることから、放射性同位元素等の規制に関する法律第 31 条の 2 に規定に基づく法令報告事象（放射線業務従事者の計画外の被ばく）に該当すると判断。

その旨を原子力規制委員会へ正式に報告。

20:10 頃

ホット・ラボ室内について、放射線安全管理責任者、従事者（D）（放射線取扱主任者）及び従事者（B）にて汚染箇所および汚染箇所の近傍の測定を行ったところバックグラ

ウンドレベルと確認できた（事象発生から7時間程度経過し半減期（20.39分）³⁾より減衰したためと考えられた）。この結果から立入制限を解除するとともに、従事者(B)により原状復帰を行った。

原状復帰作業中、従事者（D）（放射線取扱主任者）及び従事者（B）との対話の中で、12時49分の電話にて認識した現場1と実際の現場1（現場4）が相違していることに気付いた。

従事者（D）（放射線取扱主任者）は、電話による対応であったため、従事者（B）及び（C）から聞き取った情報を誤って把握したことを認識した。なお、従事者（D）（放射線取扱主任者）は電話において聞き取りした情報について、13:45に登院し被ばくの計算を実施した前後で従事者（B）及び（C）に確認していなかった。

3) アイソトープ手帳, 11版, 公益財団法人日本アイソトープ協会より

【令和2年11月28日】

10:00頃

ガラスバッジ及び指リングを測定機関へ送付。

10:14頃

従事者（B）より、従事者（A）のポケット線量計が現場にあることを確認し、計測値が0.0469ミリシーベルトであることを確認。

【令和2年11月29日】

10:00頃

事故の資料をまとめるため、従事者（D）（放射線取扱主任者）、従事者（A）及び従事者（B）で話し、正確な情報を整理した。主に、ガラスバイアルが破損した状況や、従事者（B）が電話対応で現場を離れていた15分間の状況を話した。

【令和2年11月30日】

12:00頃

前日に測定機関へ送付したガラスバッジ及び指リングについて、緊急の測定を依頼。測定には24時間程度を要することを確認。

17:00頃

従事者（A）が電離放射線健康診断の結果について異常なしであることを確認し、従事者（D）（放射線取扱主任者）に診断結果を報告すると共に従事者（D）（放射線取扱主任者）が診断結果を確認。

【令和 2 年 12 月 1 日】

15:00 頃

測定機関より、ガラスバッジ及び指リングの結果を FAX にて受領。

[測定結果]

ガラスバッジ（実効線量）：0.4 ミリシーベルト（参考：10 月期 0.2 ミリシーベルト）

指リング局所被ばく）：1.2 ミリシーベルト（参考：10 月期 0.4 ミリシーベルト）

5. 人体環境への影響

事故当初の被ばく線量評価（下記（1））について、下記（1-1）にて被ばく線量の計算を行い、従事者（A）の被ばくは 12 ミリシーベルトと推定し、報告したが、当該推定に用いた事故現場の情報が実際と相違しており、また被ばく計算に不備があることが判明した。

このことから、事故当初の被ばく線量評価を下記（1-2）のとおり修正する。

また、本件に係る従事者（A）の被ばく線量評価について、内部被ばくについては、従事者（A）はマスクを着用しており、漏えいした薬剤が揮発性の液体ではないこと及び管理区域から退出する際に全身をスクリーニングした結果、頭部への汚染も確認されなかったことから、内部被ばくのおそれはないと判断し、また、下記（2）のとおり、当時装着していた個人線量計の実測値の結果より、最大で 0.4 ミリシーベルトであったことから、法令報告の基準である 5 ミリシーベルトを超えた計画外被ばくはないことを確認した。

なお、令和 2 年 11 月 27 日及び令和 3 年 2 月 10 日に実施した電離放射線健康診断受診の結果、異常は認められなかった。

また、排気濃度を管理している中央監視装置の排気濃度トレンドの上昇は見られなかったため、周辺環境への影響はないと評価した。

（1）事故当初の被ばく線量評価

（1-1）状況通報書（第 1 報告）提出時の被ばく線量の評価

【条件】

- ・核種：炭素 11
- ・数量：5 ギガベクレル
- ・状態：放射性同位元素（炭素 11、5 ギガベクレル）はガラスバイアルに密封され、線源容器（遮へい体：タングステン）内に保管されている。（図 2 参照）

【被ばく線量の評価】

漏えい測定の結果より、従事者（A）の被ばく線量の評価を行った。

- ・事故 30 分後（11/27 13:15）の漏えい測定

- ・エアシャワー室前室の漏えい線量率：0.12 ミリシーベルト毎時
- ・測定地点は汚染箇所より 3 メートル
- ・従事者 (A) は、現場 1 (汚染箇所から 50 センチメートル) の位置に、事故直後から 2 分間滞在
- ・その後、従事者 (A) は現場 2 (汚染箇所から 4 メートル) の位置に、15 分間滞在

① 事故 30 分後の値

距離の逆二乗則にてそれぞれの位置線量率を求める。

現場 1 汚染箇所から 50 センチメートルの位置の線量：

$$4.3 \text{ ミリシーベルト毎時} = 0.12 \times (3^2 / 0.5^2)$$

現場 2 汚染箇所から 4 メートルの位置の線量率

$$0.068 \text{ ミリシーベルト毎時} = 0.12 \times (3^2 / 4^2)$$

② 事故直後の値

減衰補正の式 $A=A_0 \times 2^{-(t/T)}$ より 30 分前 (事故直後) の線量率を求める。

現場 1 汚染箇所から 50 センチメートルの位置の線量率：

$$12 \text{ ミリシーベルト毎時} = 4.3 \times 2^{(30/20)}$$

現場 2 汚染箇所から 4 メートルの位置の線量率：

$$0.19 \text{ ミリシーベルト毎時} = 0.068 \times 2^{(30/20)}$$

③ 滞在時間の滞在開始時の線量率と滞在終了時の線量率を求め、滞在中の平均線量を求める。

現場 1 汚染箇所から 50 センチメートルの位置の線量率 滞在終了時の値：

$$11 \text{ ミリシーベルト毎時} = 12 \times (1/2)^{(2/20)}$$

現場 1 汚染箇所から 50 センチメートルの位置の線量率 2 分間の値：

$$12 \text{ ミリシーベルト毎時} = (12+11) / 2 \dots \textcircled{1}$$

現場 2 汚染箇所から 4 メートルの位置の線量率 滞在開始時の値：

$$0.18 \text{ ミリシーベルト毎時} = 0.19 \times (1/2)^{(2/20)}$$

現場 2 汚染箇所から 4 メートルの位置の線量率 滞在終了時の値：

$$0.11 \text{ ミリシーベルト毎時} = 0.19 \times (1/2)^{(17/20)}$$

現場 2 汚染箇所から 4 メートルの位置の線量率 15 分間の値：

$$0.15 \text{ ミリシーベルト毎時} = (0.18+0.11) / 2 \dots \textcircled{2}$$

※従事者 A の線量は①、②の和

$$12 + 0.15 = 12.15 \text{ ミリシーベルト} \dots \underline{\text{およそ 12 ミリシーベルト}}$$

(1-2) 状況通報書(第1報告)提出後の被ばく線量の評価(現場の再確認後の評価)
 その後、現場の再確認及び関係者への聞き取りを再度行い、従事者の配置状況(ホット・ラボ室内)を図3(現場1から現場4へ修正)及び下記のとおり修正

(修正内容)

①事故現場の状況

測定地点から汚染箇所(現場4)の距離が3メートルから1メートルに変更

②平均線量率(1時間値)を実効線量(積算線量)との誤認識を修正

以上2点の変更し、正確な情報とした。

※修正箇所を太字・下線で示す。

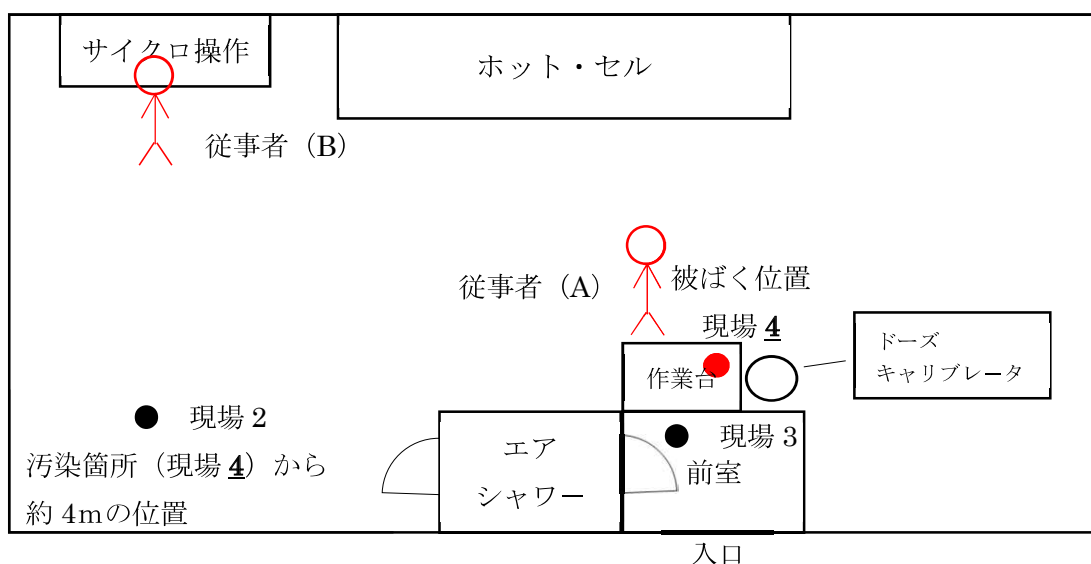


図3 PET検査薬剤製造場所は先進医療センター東側部分、ホット・ラボ室(現場1修正)
 (20:10頃、時間を置き、精査再確認後の位置関係)

【条件】

- ・核種：炭素 11
- ・数量：5 ギガベクレル
- ・状態：放射性同位元素(炭素 11、5 ギガベクレル)はガラスバイアル密封され、線源容器(遮へい体：タングステン)内に保管されている。(図2参照)

【被ばく線量の評価】

汚染箇所(事故現場)からの被ばく

漏えい測定の結果より、従事者(A)の事故現場から被ばく線量の評価を行った。

- ・事故30分後の漏えい測定結果
- ・エアシャワー室前室の漏えい線量：0.12 ミリシーベルト毎時

・ 測定地点は汚染箇所より 1メートル

・ 従事者 (A) は現場 1 (汚染箇所から 50 センチメートルの位置) に事故直後より 2 分間滞在

・ その後、従事者 (A) は現場 2 (汚染箇所から 4メートル) の位置に、15 分間滞在

① 事故 30 分後の値 (距離換算)

距離の逆二乗則にてそれぞれの位置線量を求める。

現場 1 汚染箇所から 50 センチメートルの位置の線量率 :

$$0.48 \text{ ミリシーベルト毎時} = 0.12 \times (1^2 / 0.5^2)$$

現場 2 汚染箇所から 4メートルの位置の線量率 :

$$0.0075 \text{ ミリシーベルト毎時} = 0.12 \times (1^2 / 4^2)$$

② 事故直後の値 (時間補正)

減衰補正の式 $A=A_0 \times 2^{-(t/T)}$ より 30 分前 (事故直後) の線量を求める。

現場 1 汚染箇所から 50 センチメートルの位置の線量率 :

$$1.4 \text{ ミリシーベルト毎時} = 0.48 \times 2^{(30/20)}$$

現場 2 汚染箇所から 4メートルの位置の線量率 :

$$0.021 \text{ ミリシーベルト毎時} = 0.0075 \times 2^{(30/20)}$$

③ 滞在時間の平均線量率を求め、その値より滞在中の線量を求める。

現場 1 汚染箇所から 50 センチメートルの位置の線量率 滞在終了時の値 :

$$1.3 \text{ ミリシーベルト毎時} = 1.4 \times (1/2)^{(2/20)}$$

現場 1 汚染箇所から 50 のセンチメートルの位置の平均線量率 2 分間の値

$$1.4 \text{ ミリシーベルト毎時} = (1.4+1.3) / 2 \dots \textcircled{1}$$

$$\underline{\underline{2 \text{ 分間値} : 0.047 \text{ ミリシーベルト} = 1.4 / 30 \dots \textcircled{1}}}$$

現場 2 汚染箇所から 4メートルの位置の線量率 滞在開始時の値 :

$$0.020 \text{ ミリシーベルト毎時} = 0.021 \times (1/2)^{(2/20)}$$

現場 2 汚染箇所から 4メートルの位置の線量率 滞在終了時の値 :

$$0.012 \text{ ミリシーベルト毎時} = 0.021 \times (1/2)^{(17/20)}$$

現場 2 汚染箇所から 4メートルの位置の平均線量率 15 分間の値 :

$$0.016 \text{ ミリシーベルト毎時} = (0.020+0.012) / 2 \dots \textcircled{2}$$

$$\underline{\underline{15 \text{ 分間値} : 0.0040 \text{ ミリシーベルト} = 0.016 / 4 \dots \textcircled{2}}}$$

※従事者 (A) の事故現場からの被ばく線量は①、②の和

$$\underline{\underline{0.047+0.0040=0.051 \text{ ミリシーベルト}}}$$

以上のとおり、本来の現場の条件及び計算手順のとおり評価した結果、(1)の評価結果から大きく下回り、法令報告の基準である5ミリシーベルトを超えるものではなかったことを確認した。

(2) 個人線量計の測定結果を踏まえた被ばく線量評価

事故発生時に装着していたガラスバッジの実測値については下表のとおりであった。

また、線量率が減衰した現場に置かれていたポケット線量計の値を確認したところ、46.9マイクロシーベルト(0.0469ミリシーベルト)であったことが確認された。

(ミリシーベルト)

	11月分(事故を含む)	(参考) 過去6ヶ月(事故無)の平均値 (カッコ内は期間中の最大値及び最小値)
	実測値(ガラスバッジ)	実測値(ガラスバッジ)
実効線量	0.4	0.13 (0.2、0.1)
水晶体	11.8(γ 0.4、 β 11.4)	0.13(γ 0.13、 β 0) (0.2、0.1) ※ β は0
皮ふ	13(γ 1.2、 β 11.4)	0.48(γ 0.48、 β 0) (0.6、0.4) ※ β は0

①実効線量

ガラスバッジの実測値は0.4ミリシーベルトであり、参考値との差分は0.27ミリシーベルトであった。ポケット線量計の値も踏まえると、この実測値にはガラスバッジ自体の汚染(ガラスバッジ表面より1.5センチメートルの位置で5マイクロシーベルト毎時を実測により確認。)による累積値も含まれると考えられるが、仮に0.4ミリシーベルト全てを事故時の計画外被ばく線量としても5ミリシーベルトを十分下回っていたことが確認された。

なお、従事者(A)の本年度10月までの実効線量は、0.9ミリシーベルト(測定機関の結果)であり、本事案にて発生した追加被ばく線量の評価結果(最大0.4ミリシーベルト:従事者Aの11月の実効線量は0.4ミリシーベルトとして管理する。)を合わせても、年間線量限度である50ミリシーベルトは超えないことを確認した。

②水晶体の等価線量

実効線量と同一のガラスバッジによる実測値であるが、 γ 値(上記の実効線量評価値)の他、 β 値は11.4ミリシーベルトであった。これは、参考値の β 値が0であること、指リング(皮ふ)も同様の β 値が今回測定されていることから、全て事故に伴うものと考

えられる。

以上については、関係する法令報告の基準（等価線量限度：年間 50 ミリシーベルトまたは 5 年間 100 ミリシーベルト）を下回っていたが、従事者 A 被ばく管理としては、この値（11.8 ミリシーベルト）全てを 11 月の水晶体の被ばく線量とし、等価線量限度を超えないよう管理する。

6. 本事象に係る評価

本事象については、従事者（D）（放射線取扱主任者）が、従事者（B）及び（C）の情報を誤って認識したため、被ばく量を誤って計算し、その結果で計画外の被ばくが 5 ミリシーベルトを超える可能性があるかと判断したものである。

原子力規制委員会へ報告後、再度精査した計算結果、ポケット線量計やガラスバッジの測定結果を再評価したところ、実効線量は 5 ミリシーベルトを超えていなかったことを確認した。

上記及び今回行った緊急時の対応については、安全上大きな問題となるものはなかったものの、その中で気付いた改善すべき事項とその対応策について以下のとおり抽出した。

（1）改善すべき事項

①作業衣に関して

放射線障害予防規程に記載してある作業衣・保護具を着けていなかった。通常は白衣・ゴム手袋を着けて作業しているのだが、白衣を着けずに通常ユニフォーム（管理区域外での着衣）のみで作業してしまった。そのため、ユニフォーム（上着）及びガラスバッジが汚染してしまった。衣服の替えがなく、衣服の替えを待つために 15 分程度、ホット・ラボ室内で退避していた。

②現場の状況把握に関して（事故現場の誤認識）

緊急時には放射線取扱主任者へ連絡とれる体制をとっており、今回、電話にて線量測定を指示や現場の状況把握等、可能な限り実施した。

今回は、当日放射線取扱主任者は不在であったため、電話にて事故現場の情報収集を行って直ちに登院し、すぐに被ばく線量計算を開始した。その際、情報収集は終了していると考えていたため、登院後、収集した情報の確認を実施せず、誤りに気付かなかった。また、放射線取扱主任者の代理者を選任していたが、緊急時の対応は放射線取扱主任者の業務と認識しており補佐を行っていなかったため、状況によっては、代理者が放射線取扱主任者を補佐できる業務体制が必要であった。

③被ばく線量の評価に関して

放射線取扱主任者は経験したことがない状況であったため、事態はかなり大きいと認識してしまった。また病院内での連絡・状況説明、規制庁事故対策室への連絡等、今

後の対応にも気を取られたため、被ばく計算に集中できていなかったと思われる。詳細な被ばく線量を算出しようと考えていたため、距離換算、減衰換算、平均線量率、積算線量の順で算出していったが、平均線量率を積算線量であると誤認してしまい1時間値を被ばく線量と考えてしまった。数名で計算確認は幾度も行ったのだが、計算方法の間違いに気付かなかった。単位の精査が必要であった。放射線取扱主任者はトラブルを聞いた時以降、事故であるという先入観が終始あり、計算結果に対する違和感がなかった。手順書への記載がなかったことも改善すべき点である。

④RI 薬剤ガラスバイアルの取扱いに関して

PET 検査薬剤の入ったガラスバイアルを、ドーズキャリブレーションから運搬用遮へい体であるタングステン容器へ移し入れる際に、タングステン容器にガラスバイアルを接触させたことにより、作業台（高さ 105 センチメートル）にガラスバイアルを誤って落下させ、ガラスバイアルが破損した。作業台への衝撃によるものとする。また、本人は3年の経験があり、通常の被ばく量にも問題は無い。慣れについても改善すべき点があったと考えられる。

（2）対応策（上記（1）改善すべき事項の番号に対応した対策）

令和3年2月12日に院内において放射線安全委員会を開催し、下記再発防止策を検討した。以下に検討した再発防止策を示す。

①作業衣に関して

作業時、作業衣（白衣）の着用を徹底する。また、着衣の替えを準備しておき、汚染時の脱衣、着衣を可能な限り短時間でできるようにする。高線量となる室内から退避して被ばく線量を出来るだけ抑える。これらトラブル時の動作をまとめて、手順書に追記し、そのルールを毎年の教育訓練にて周知していくようにした。立入前の教育訓練でも周知徹底を行う。

②現場の状況把握に関して（事故現場の誤認識）

放射線取扱主任者を補佐できる業務体制を構築していく。代理者が放射線取扱主任者の不在の場合、状況に応じて補佐できるように業務体制を整えるようにした。また、現在放射線取扱主任者試験の合格者は数名いる。将来の体制の充実に備え、放射線取扱主任者免許取得に向けて放射線取扱主任者講習の受講を準備している。

③被ばく線量の評価に関して

手順書に放射線量と時間当たりの線量（計算値）を記載し、どのくらいの時間でどれ程の被ばく線量であるのか、作業の状況、それに伴う被ばくを日常において想定しておく（例えば、18ページの5ギガベクレルの薬剤に対して50センチメートルの位置

で2分間作業した場合、107.25マイクロシーベルトなど)。被ばく計算についても簡易的な計算式及び詳細な被ばく線量の算出方法について手順書を作成したので、これにより誰でもトラブル発生時のおおよその計算及びその後のより詳細な計算がスムーズに実施できるようになり、速やかな対応ができると考える。毎年の教育訓練にて周知していく。立入前の教育訓練でも周知徹底を行う。

④RI 薬剤ガラスバイアルの取扱いに関して

作業慣れによる危険軽視で起こったと思われる。放射線被ばくの低減を考慮し、放射線の取扱作業の慎重性を促した。作業環境の見直しでは、タングステン容器内部にガラスバイアルとの接触を和らげる紙製の緩衝剤を、また、作業台の上には、ビニール製（デスクマット様）の緩衝剤を使用するようにした。放射線の取扱作業の慎重性を促すために、トラブル時の動作をまとめて、手順書に追記し、毎年の教育訓練にて周知していくようにした。立入前の教育訓練でも周知徹底を行う。

7. 今後の対応

今後は、今回のような事故を想定した教育訓練を定期的実施していく。手順書を理解して行動できるよう、経時的に動作を確認しながら、全員の対応能力の向上を図る。被ばく量を認識させるためにも、被ばく計算を含めた実践形式の教育訓練とし、改善を図るものとする。

以上