

## 繁岡地点の大気中トリチウム濃度の欠測について

令和4年9月12日  
福島県環境創造センター  
環境放射線センター

### 1 概要

- 令和3年8月より発生している繁岡地点の大気中トリチウム濃度の異常値について、令和4年度第1回環境モニタリング評価部会において、本事象に影響を及ぼしているトリチウムの汚染源は、大気中トリチウム捕集装置（以下「装置」という。）内に存在している可能性がある旨を報告した。
- 今般、異常値の発生が始まった令和3年8月以降に使用していた装置内の部品及び再び測定値の上昇が見られた令和4年3月に交換した装置本体や部品について、トリチウム汚染源の特定調査を実施したところ、共にデジタル流量計からトリチウムが検出されたため、これが汚染源であることが判明した。
- 本報告では、トリチウム汚染源特定調査の概要及び再発防止策、またトリチウム汚染のあったデジタル流量計を使用している期間の測定値の取り扱いについて報告する。

### 2 繁岡地点の大気中トリチウム濃度測定結果の推移

- 表1に令和3年4月から令和4年6月までの繁岡地点の大気中トリチウム濃度（大気中水分濃度、捕集水濃度）の推移を示す。
- 異常値は装置内の部品交換後、又は装置本体交換後に発生していることから、装置内にトリチウムの汚染源がある可能性を疑い、トリチウム汚染源の特定調査を実施した。

表1 繁岡地点における大気中トリチウム濃度測定結果の推移

採取年月	大気中水分濃度 (mBq/m <sup>3</sup> )	捕集水濃度 (Bq/L)	備考
令和3年4月	5.3	0.76	
5月	7.5	0.68	
6月	7.0	0.50	
7月	ND	ND	
8月	<b>2,600</b>	<b>140</b>	<b>8/6に部品・配管交換実施。</b> (交換箇所は別紙図1参照)
9月	530	38	
10月	390	37	
11月	49	6.8	
12月	33	7.3	
令和4年1月	4.4	1.4	1/12に定期点検実施（部品・配管交換箇所は別紙図2参照）
2月	1.3	0.39	
3月(～3/23)	2.8	0.61	
3月(3/23～)	<b>160</b>	<b>26</b>	<b>3/23に装置をメーカー代替装置に一式交換。</b> (別紙図3参照)
4月	110	14	
5月	110	11	
6月	10	0.73	<b>6/1に汚染検査済みの装置に交換</b>

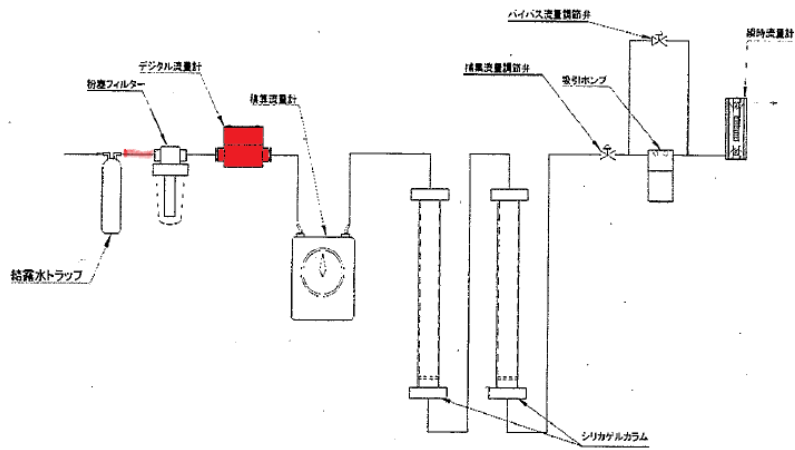


図1 令和3年8月6日実施 部品交換箇所 (※ 着色部分が交換箇所)

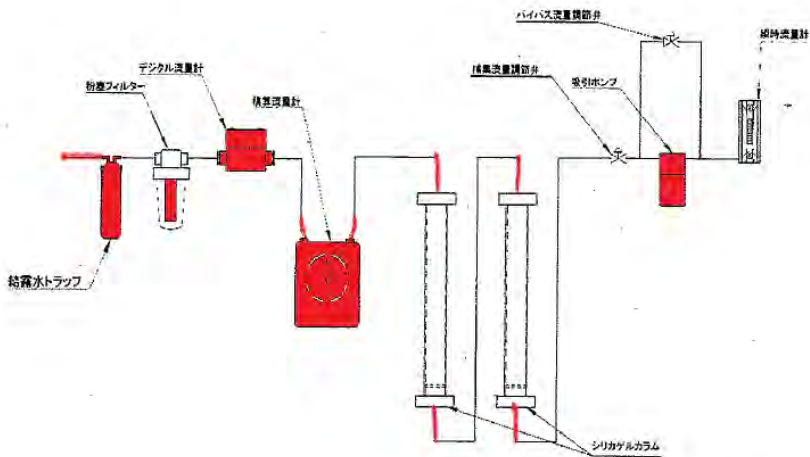


図2 令和4年1月12日実施 部品交換箇所 (※ 着色部分が交換箇所)

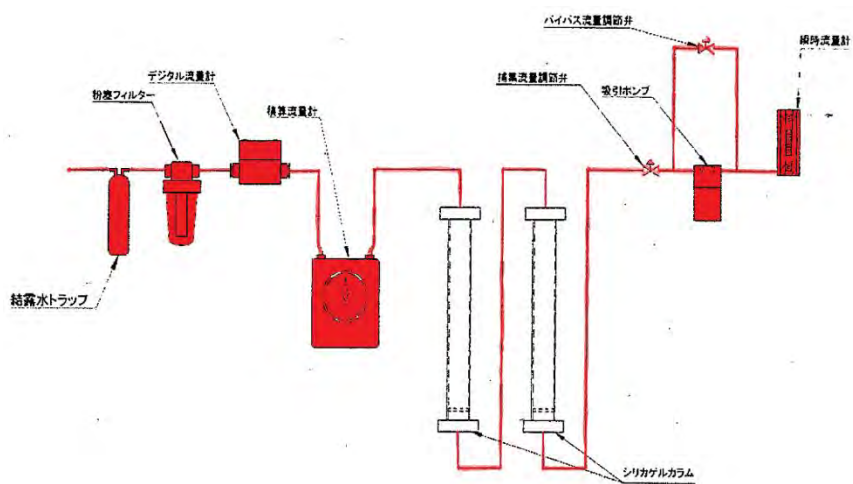


図3 令和4年3月23日実施 代替装置交換作業  
(※ カラム以外はメーカー代替装置に交換。なお、配管及び積算流量計は新品を使用。)

### 3 トリチウム汚染源特定調査

#### (1) 令和3年8月以降に使用した装置のトリチウム汚染源特定調査

##### ア 調査対象部品

令和4年1月12日の保守点検の際に交換した次の部品（シリカゲルカラムより前のフローで使用している部品）を調査対象とした。

- (ア) 結露水トラップ
- (イ) 防塵フィルター
- (ウ) デジタル流量計
- (エ) チューブ類

##### イ 調査方法

調査は、バックグラウンド水と部品から発生するトリチウムを置換させる方法（以下「置換法」という。）により実施した<sup>1,2)</sup>。

部品とバックグラウンド水(25mL)を入れたシャーレ(φ90mm)をビニル袋に入れ、外部から空気が流入しないよう緊結した上で72時間放置し、バックグラウンド水に置換されたトリチウム濃度を測定した。

#### (2) 令和4年3月に交換した装置のトリチウム汚染源特定調査

##### ア 調査対象装置

- (ア) 令和4年3月に交換し、メーカーオーバーホールとした当所所有装置
- (イ) 令和4年3月に交換し、6/1まで使用したメーカー所有の代替装置

##### イ 調査方法

装置メーカー敷地内に装置を設置し、通常シリカゲル法により大気中水分を捕集し、大気中トリチウム濃度を測定することにより、トリチウム汚染の有無を確認した。

大気中トリチウム濃度に異常値が認められた場合は、装置内にトリチウム汚染源があると判断し、置換法により部品ごとにトリチウム汚染の有無を確認した。

### 4 トリチウム汚染源特定調査結果

#### (1) 令和3年8月以降に使用した装置のトリチウム汚染源特定調査結果

表2に調査結果を示す。調査の結果、デジタル流量計からトリチウムが検出された。

表2 置換法による部品ごとのトリチウム濃度測定結果 (Bq/L)

部品	結露水 トラップ	防塵 フィルター	チューブ類	デジタル 流量計
トリチウム濃度	ND (0.72)	ND (0.74)	ND (0.74)	<u>160</u> (2.8)

※ 括弧内は検出限界値

なお、デジタル流量計について、Ge 半導体検出器を用いてγ線スペクトロメトリーを実施したが、その他の人工放射性核種は検出されなかった。

(2) 令和4年3月に交換した装置のトリチウム汚染源特定調査結果

表3に調査結果を示す。令和4年3月23日の装置交換前まで使用していた当所所有装置については、バックグラウンドレベルであったが、装置交換後に使用したメーカー所有の代替装置については、2.5Bq/Lとバックグラウンドレベルの約3倍の値が検出され、福島第一原子力発電所近傍の夫沢地点の測定値(2.2~3.3Bq/L(令和3年度捕集水濃度))と同程度であった。

表3 装置のトリチウム汚染調査結果 (Bq/L)

	当所所有装置 (1/12~3/23 まで使用)	メーカー所有 代替装置 (3/23~ 6/1 まで使用)	※ BG レベル 令和2年度の装置メ ーカー敷地内測定値
トリチウム濃度 (捕集水濃度)	0.54	<u>2.5</u>	0.78

よって、メーカー所有の代替装置については、装置内にトリチウム汚染源が存在していると考えられたため、装置を分解し、図4に示す範囲ごとに部品を分け、置換法により、トリチウム汚染源の特定調査を実施した。

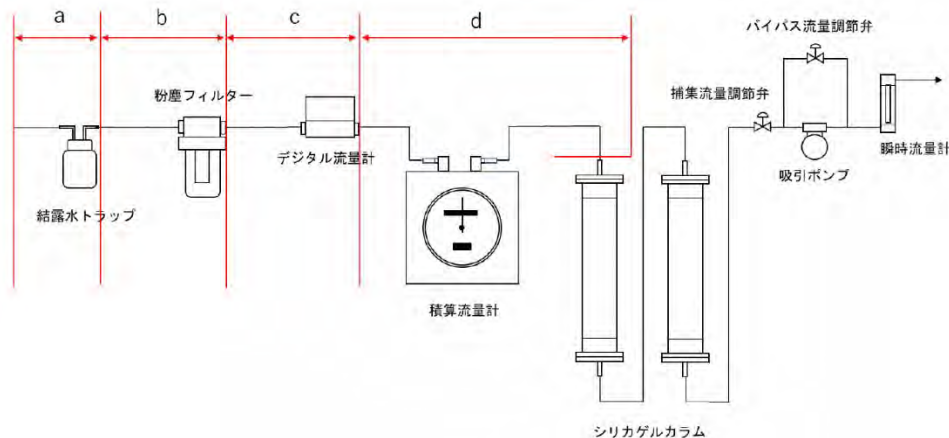


図4 トリチウム汚染源特定調査における部品の区分範囲

調査結果を表4に示す。4(1)と同様、デジタル流量計のみトリチウムが検出された。

表4 置換法による部品ごとのトリチウム濃度測定結果 (Bq/L)

部品	a 結露水トラップと入口配管	b 防塵フィルターと入口配管	c デジタル流量計と入口配管	d 積算流量計と出入口配管
トリチウム濃度	ND (0.35)	ND (0.35)	<u>79</u> (0.35)	ND (0.40)

※ 括弧内は検出限界値

なお、デジタル流量計について、Ge半導体検出器を用いて、γ線スペクトロメトリーを実施したが、その他の人工放射性核種は検出されなかった。

## 5 デジタル流量計の汚染経路特定調査結果及び考察

デジタル流量計からトリチウムが検出されたことを受け、デジタル流量計の汚染経路の特定調査を次のとおり実施したが、特定には至らなかった。

### (1) デジタル流量計の使用履歴調査

デジタル流量計の使用履歴は表5及び6のとおり。ともに令和2年12月の定期点検において取り外され、装置メーカーで予備品として保管されていた。

なお、デジタル流量計を使用していた期間（平成30年11月～令和2年12月）において、大気中トリチウム濃度に異常な値は認められておらず、使用期間内に汚染した可能性はないと考えられる。

表5 令和3年8月から設置したデジタル流量計

時期	使用履歴
平成30年11月	<ul style="list-style-type: none"><li>・郡山局において、定期点検で交換し、使用を開始。</li><li>・交換以降、トリチウム濃度に異常な値は確認されていない。</li></ul>
令和2年12月	<ul style="list-style-type: none"><li>・定期点検時に取り外し、以降予備品として、装置メーカーにて保管。</li></ul>
令和3年8月	<ul style="list-style-type: none"><li>・繁岡局のデジタル流量計故障のため、交換。以降、トリチウム濃度の異常値が発生。</li></ul>

表6 令和4年3月に設置した代替装置に使用されていたデジタル流量計

時期	使用履歴
平成30年11月	<ul style="list-style-type: none"><li>・福島支所において、定期点検で交換し、使用を開始。</li><li>・交換以降、トリチウム濃度に異常な値は確認されていない。</li></ul>
令和2年12月	<ul style="list-style-type: none"><li>・定期点検時に取り外し、以降予備品として、装置メーカーにて保管。</li></ul>
時期不明	<ul style="list-style-type: none"><li>・装置メーカーの代替装置に取り付けて使用を開始。</li></ul>
令和4年3月	<ul style="list-style-type: none"><li>・繁岡局の装置故障のため、代替装置に交換。以降、トリチウム濃度の異常値が発生。</li></ul>

### (2) デジタル流量計の保管状況調査

#### ア デジタル流量計の保管状態

定期点検で取り外したデジタル流量計は、図5に示すとおり、装置メーカーにおいて、個別にビニル袋に包み、プラスチックケース内（以下「保管容器」という。）で、デジタル流量計以外の部品とともに保管されていた。



図5 保管容器の写真（左）及び保管容器内におけるデジタル流量計の保管状態（右）

イ 保管容器内のトリチウム汚染調査

保管容器内の部品（センサー類や計器類、基板等 16 品目）について、置換法によりトリチウム汚染調査を実施した。

その結果、60～2,650Bq/L の範囲でトリチウムが検出されたが、汚染源と特定できるほどの突出した高い値は見られなかった。

なお、保管容器内の部品の中で、デジタル流量計以外に当所装置に使用した部品はないことを確認している。

ウ 実験室内のトリチウム汚染調査

保管容器が置かれている部屋（以下「実験室」という。）内のトリチウム汚染調査結果を表7に示す。

調査の結果、実験室内からバックグラウンドレベルの約 660 倍のトリチウムが検出されたが、保管容器撤去後に測定した場合は、検出下限値未満となったことから、実験室内におけるトリチウムの発生源は、当該保管容器のみであると考えられる。

表7 実験室内のトリチウム汚染調査結果 (Bq/L)

	実験室内の大気中 トリチウム濃度 (保管容器有り)	実験室内の大気中 トリチウム濃度 (保管容器撤去後)	※ BG レベル 令和2年度の装置メ ーカー敷地内測定値
トリチウム濃度 (捕集水濃度)	<b>516.5</b>	ND ( $<6.08$ ) <sup>※1</sup>	0.78 <sup>※2</sup>

※1 検出下限値（供試料量：10mL）

※2 供試料量：65mL

エ 装置メーカー事業所内のトリチウム汚染調査

装置メーカー事業所（以下「事業所」という。）において、実験室以外のトリチウム汚染箇所の有無を確認するため、事業者各室内（執務室、会議室を除く）のトリチウム汚染調査を実施した。

その結果、すべて検出下限値未満（ $<6.12$  Bq/L、捕集水中濃度）であり、当該実験室以外にトリチウム汚染は確認できなかった。

(3) 事業所内におけるトリチウム等使用履歴調査

当該事業所では、令和4年4月より環境試料中のトリチウム測定を開始しており、液体シンチレーションカウンター校正用のトリチウム密封線源やトリチウム標準溶液を保有しているとのことであった。

しかし、トリチウム密封線源やトリチウム標準溶液を使用している部屋から持ち出すことはなく、また使用している部屋は、実験室から離れた位置にあることから、当該トリチウム密封線源やトリチウム標準溶液による汚染の可能性は低いと考えられる。

(4) 部品メーカーにおけるトリチウム等使用履歴調査

デジタル流量計及び保管用器内の部品メーカーに対し、製造及び検査工程におけるトリチウムやその他放射性物質の使用の有無や使用した場合に残留する可能性の有無について聞き取り調査を実施した。

その結果、トリチウムやその他放射性物質の使用については確認できなかった。

(5) 点検時における繁岡局内でのトリチウム汚染の可能性

令和3年度第3回環境モニタリング部会での報告のとおり、繁岡地点周辺環境中のトリチウム濃度調査を実施した結果、検出下限値未満若しくは比較対象地点（福島市）の大気中トリチウム濃度の測定結果の範囲内にあり、異常は見られていないことから、点検時にデジタル流量計が汚染された可能性は低いと考えられる。

## 6 測定結果の取り扱いについて

上記の調査結果から、本事象は装置内のデジタル流量計を汚染源としたトリチウムによる影響であり、周辺環境の影響を適切に捉えているものではないため、当該影響を受けている可能性を否定できない下記期間を欠測とする。

- 【欠測期間】
- ・令和3年8月分から令和4年1月分
  - ・令和4年3月23日から令和4年5月分

なお、令和4年2月分及び3月分（3/1～3/23まで）については、トリチウム汚染が確認されたデジタル流量計を交換した後であり、また表3のとおり、装置のトリチウム汚染調査の結果、バックグラウンドレベルと同程度と、トリチウム汚染は認められなかったことから、測定結果については、採用することとする。

令和4年度6月分の測定結果についても、装置メーカーより返却された当所所有の装置を使用しており、図6のとおり、令和元年度～令和3年度の6月分の測定値の範囲内（7.7～10mBq/m<sup>3</sup>）であるため、6月以降については、正常な捕集が実施できているものと判断できる。

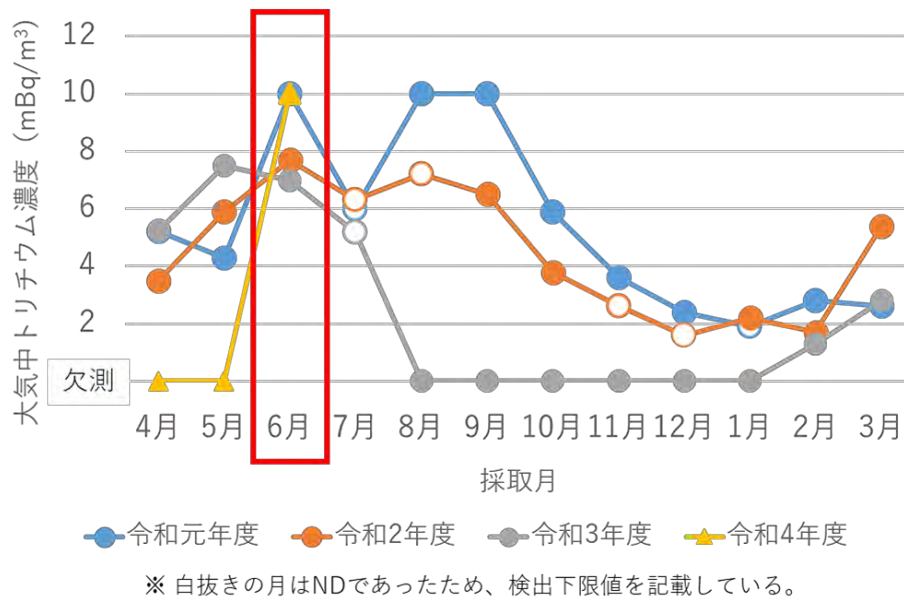


図6 年度毎の月別大気中トリチウム濃度の推移

## 7 再発防止策

本調査において、デジタル流量計の汚染経路を特定することはできなかったが、次に示す対策を講じることにより、再発を防止することとする。

- 装置の保守点検等において、装置内の部品や配管等を交換する場合は、事前にトリチウム汚染がないことを確認したものを使用する。
- トリチウム汚染検査の方法については、継続的且つ確実に汚染のない部品が使用されるよう作業手順書を定める。
- 装置メーカーにおいて、装置の点検に用いる工具や交換部品等を保管する部屋を専用に定め、トリチウム汚染のないことを事前に確認した上で使用する。

## 8 参考文献

- 1) 春日 俊信・霜島 達雄・土田 智宏 新潟県放射線監視センター年報 第7巻 (2009)
- 2) 春日 俊信・霜島 達雄・土田 智宏 新潟県放射線監視センター年報 第8巻 (2009)