

令和 4 年度
原子力施設等防災対策等委託費
(放射能測定法シリーズ改訂) 事業
業務報告書

令和 5 年 3 月

公益財団法人 日本分析センター

本報告書は、原子力規制委員会 原子力施設等防災対策等委託費（放射能測定法シリーズ改訂）事業における委託業務として、公益財団法人日本分析センターが実施した成果を取りまとめたものです。

目 次

1. 業務目的	1
2. 実施期間	1
3. 業務内容	1
4. 「放射能測定法シリーズ 15 緊急時における放射性ヨウ素測定法」の改訂案の作成	2
4.1 マニュアル改訂の基本方針	2
4.2 マニュアルの構成	2
5. 「放射能測定法シリーズ 9 トリチウム分析法」の改訂案の検討及び作成	4
5.1 マニュアル改訂に係る調査	4
5.2 マニュアル改訂の基本方針	7
5.3 マニュアルの構成	7
6. 緊急時における放射性ストロンチウム分析法の改訂案の修正	9
7. 「放射能測定法シリーズ 35 緊急時における環境試料採取法」英語版の作成	9
8. 専門的知見を持つ有識者からの意見の聴取	10
8.1 委員構成	10
8.2 委員会の開催	11
参考資料 A 令和 4 年度放射能測定法シリーズ改訂検討委員会議事録	12

- 別冊 1 「放射能測定法シリーズ 15 緊急時における放射性ヨウ素測定法」改訂案
別冊 2 「放射能測定法シリーズ 9 トリチウム分析法」改訂案
別冊 3 「放射能測定法シリーズ 35 緊急時における環境試料採取法」英語版

1. 業務目的

原子力規制委員会では、環境放射能の水準を把握するための調査や、陸域、海域及び空域の各種環境モニタリングを実施している。また、地方公共団体、原子力事業者、研究機関等の様々な主体が環境モニタリングを実施している。これらの様々な主体が適切に各種環境モニタリングを実施するためには、標準的な分析・測定法に関するマニュアルを技術の進展に合わせた形で整備しておく必要がある。

環境放射能分野における標準的な分析・測定法マニュアルとしては、「放射能測定法シリーズ」（以下「測定法」という。）が36種作成され、平成28年度以降7種の改訂又は新規制定がなされたものの、制定から40年程度経過しているものも存在しており、技術的な進展や東京電力福島第一原子力発電所事故の経験を踏まえ、その内容を精査し、必要に応じ改訂を順次行う必要がある。

最新の知見を踏まえて測定法の改訂を行うため、改訂すべき優先順位の高いものから改訂案の作成や必要な検討を行うことを目的に本業務を実施する。

2. 実施期間

令和4年4月27日～令和5年3月31日

3. 業務内容

本業務の内容は次のとおり。

- (1) 「放射能測定法シリーズ15 緊急時における放射性ヨウ素測定法」の改訂案の作成
令和3年度の本事業において改訂の方向性について検討を行った「放射能測定法シリーズ15 緊急時における放射性ヨウ素測定法」（平成14年改訂）に係る検討結果を反映して、「放射能測定法シリーズ15 緊急時における放射性ヨウ素測定法」の改訂案を作成する。
- (2) 「放射能測定法シリーズ9 トリチウム分析法」の改訂案の検討及び作成
「放射能測定法シリーズ9 トリチウム分析法」（平成14年改訂）を改訂するために必要な検討を行い、「放射能測定法シリーズ9 トリチウム分析法」の改訂案を作成する。
- (3) 緊急時における放射性ストロンチウム分析法の改訂案の修正
平成28年度の本事業で作成した「緊急時における放射性ストロンチウム分析法の改訂案」について、国際原子力機関（IAEA）から正式に放射性ストロンチウム迅速分析法（土壌及び海水）の報告書が公表された際には、引用箇所等を含めて改訂案の修正について検討を行う。
- (4) 「放射能測定法シリーズ35 緊急時における環境試料採取法」英語版の作成
「放射能測定法シリーズ35 緊急時における環境試料採取法」（令和3年6月策定）について、英語版に翻訳する。
- (5) 専門的知見を持つ有識者からの意見の聴取
外部専門家や地方公共団体のモニタリング関係者等の専門的知見を持つ有識者で構成される「放射能測定法シリーズ改訂検討委員会（以下「改訂検討委員会」という。）」を設置し、測定法の改訂内容の検討等を行う。

4. 「放射能測定法シリーズ 15 緊急時における放射性ヨウ素測定法」の改訂案の作成

4.1 の基本方針に基づき、マニュアル改訂案を作成した。

4.1 マニュアル改訂の基本方針

令和 3 年度の本事業で実施した、当該マニュアル改訂の方向性に関する検討結果を踏まえて、次の方針によりマニュアル改訂案を作成した。

- ・東京電力福島第一原子力発電所事故時のモニタリング状況及び「緊急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）の内容を踏まえた改訂を行った。
- ・測定対象核種は I-131、I-132 及び I-133 とした。
- ・試料種類は大気、飲料水、土壌、各種食品試料（牛乳、葉菜、その他農畜水産物）及び降下物（雨水）とし、あわせて初期モニタリングにおける優先度を記載した。
- ・大気の採取において、可搬型のアサンプラのみの記載であったため、緊急時補足参考資料において設置が規定されていて、遠隔操作による自動採取が可能なオートサンプルチェンジャー付きヨウ素サンプラ及び大気モニタの記載を追加した。
- ・NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータによる現場測定については、東京電力福島第一原子力発電所事故の際には準備に時間を要するために実施されなかったことや、緊急時における長時間の試料採取等の屋外作業は作業員の被ばくの恐れや機器の汚染等の懸念があること、現行の緊急時補足参考資料では採用されていないことから、採取した試料は持ち帰ってゲルマニウム半導体検出器で測定することを基本として、削除した。
- ・大気のゲルマニウム半導体検出器による測定では、粒子状のヨウ素を捕集したガラス繊維ろ紙とガス状のヨウ素を捕集した活性炭カートリッジを合わせて測定試料とする記載のみであったが、緊急時補足参考資料ではガラス繊維ろ紙と活性炭カートリッジを分けて測定し、粒子状ヨウ素とガス状ヨウ素の比率を確認することとなっているため、分けて測定する方法を主として記載した。

4.2 マニュアルの構成

マニュアル改訂案（別冊 1「放射能測定法シリーズ 15 緊急時における放射性ヨウ素測定法」改訂案）を作成した。構成は次のとおりである。

〔改訂案の構成〕

第 1 章 序論

第 2 章 環境試料の採取・測定試料の調製

2.1 試料種類

2.2 試料採取・測定試料の調製

第 3 章 ゲルマニウム半導体検出器による測定

3.1 機器の調整及び校正

3.2 核データ

3.3 測定・解析

3.4 データ評価

参考

参考 A: ゲルマニウム半導体検出器による γ 線スペクトロメトリーに関する検討

A-1 測定時間と検出下限値

A-2 活性炭カートリッジの吸引位置と計数効率について

A-3 I-132 のサムピークについて

参考 B: in-situ 測定

参考 C: 連続モニタによる放射性ヨウ素の測定

参考 D: 福島第一原子力発電所事故時における放射性ヨウ素の検出事例

参考 E: ヨウ素同位体比を用いた I-131 放射能濃度の推定

付録

付録 A: 用語

付録 B: 参考文献

5. 「放射能測定法シリーズ9 トリチウム分析法」の改訂案の検討及び作成

当該マニュアル改訂に資するために、5.1の調査を行い、5.2の基本方針によりマニュアル改訂案を作成した。

5.1 マニュアル改訂に係る調査

マニュアル改訂案策定にあたり、トリチウム分析法に係る文献調査及び国内外におけるトリチウム分析法の比較調査並びに地方自治体等の外部機関に対するヒアリング調査を行った。ヒアリング対象機関及び日程を表5-1に示す。

表 5-1 ヒアリング対象機関及び日程

区分	調査対象機関名	調査日程
メーカー	日本レイテック 株式会社	令和4年7月19日
メーカー	桑和貿易 株式会社	令和4年7月20日
研究機関	国立大学法人 弘前大学 被ばく医療総合研究所	令和4年7月25日
研究機関	公益財団法人 環境科学技術研究所	令和4年7月26日
地方自治体	青森県原子力センター	令和4年7月27日
メーカー	デノラ・ペルメレック 株式会社(Web会議)	令和4年8月3日

調査結果を、以下に示す。

(1) 国内外におけるトリチウム分析法の比較調査

日本のトリチウム分析法と国外の分析法との間に大きな差異がないことを確認するために、トリチウム分析に係るISO規格の要求事項、国外の分析機関及び既報論文における水試料・大気試料・生物試料のトリチウム分析法（以下「国外分析法」という。）を調査し、現行のマニュアルに記載されている分析法（以下「現行分析法」という。）と比較した（表5-2～表5-4）。使用している試薬や細かい条件は一部異なるが、各分析工程の原理や目的は同等であり、現行分析法が国外分析法と概ね同じであることを確認した。

表 5-2 現行分析法と国外分析法との比較（水試料）

分析工程	現行分析法	国外分析法
精製	蒸留：KMnO ₄ 、Na ₂ O ₂ 確認方法：硝酸銀溶液（白沈の有無） 電気伝導率 1 mS/m 程度以下	蒸留 ^{※1} ：Na ₂ S ₂ O ₃ 、Na ₂ CO ₃ 、NaOH、KMnO ₄ 確認方法 ^{※1} ：pH（中性） 電気伝導率 10 mS/m 以下
電解濃縮	陽極：ニッケル 陰極：鉄もしくはニッケル 電解液：Na ₂ O ₂ 電解条件：4～5 °C 5 A（徐々に下げる）	陽極 ^{※2} ：ステンレス鋼 陰極 ^{※2} ：構造用鋼 電解液 ^{※2} ：Na ₂ O ₂ 電解条件 ^{※2} ：5 °C以下 10 A

※1 ISO9698：Water quality -Tritium- Test method using liquid scintillation counting (2019) .

※2 ドイツ連邦共和国環境・自然保護・建設・原子炉安全省(BMU) ISSN 1865-8725: Procedure for determining the activity concentration of tritium in sea water by liquid scintillation counting (2018) .

表 5-3 現行分析法と国外分析法との比較（大気試料）

分析工程	現行分析法	国外分析法
捕集	【水蒸気状トリチウム】 ①モレキュラーシーブ ②シリカゲル ③除湿器 【水素ガス状トリチウム】 パラジウム触媒で酸化し、水蒸気としてモレキュラーシーブで捕集	【水蒸気状トリチウム】 ①モレキュラーシーブ※1. ※2 ②シリカゲル※2. ※3 ③除湿器※4 【水素ガス状トリチウム】 パラジウム触媒等で酸化し、水蒸気としてモレキュラーシーブで捕集※1
捕集水分回収	窒素ガスを流しながらカラムを焼き出して水分回収	窒素ガスを流しながらカラムを焼き出して水分回収※4

※1 ISO20041-1 : Tritium and carbon-14 activity in gaseous effluents and gas discharges of nuclear installations - Part 1: Sampling of tritium and carbon-14 (2022) .

※2 Poppy et al., The Separation of Tritium Radionuclide from Environmental Samples by Distillation Technique, Sina Zereshki (Eds.), Distillation - Advances from Modeling to Applications, Intechopen 267-282 (2012) .

※3 サンディア国立研究所 (SNL) Review of Environmental Monitoring for Radionuclides in Air at the Sandia National Laboratory Revised Final Report (2007) .

※4 Chen et al., Measurement of Tritium in Atmospheric Water Vapor in Taiwan after a Thermonuclear Detonation at Lopnor, 保健物理 18 369-375 (1983) .

表 5-4 現行分析法と国外分析法との比較（生物試料）

分析工程	現行分析法	国外分析法
水の回収	【組織自由水型トリチウム】 凍結乾燥で得られた水 【有機結合型トリチウム】 乾物を燃焼し、生成した水	【組織自由水型トリチウム】 ※1 凍結乾燥で得られた水 【有機結合型トリチウム】 ※1 乾物を燃焼し、生成した水
有機物の分解	還流（湿式分解）: KMnO_4 確認方法: UV 測定	蒸留: KMnO_4 +活性炭※2 確認方法: UV 測定※2

※1 放射線防護・原子力安全研究所 (IRSN) : Radionuclide fact sheet TRITIUM and the environment (2010) .

※2 Poppy et al., The Separation of Tritium Radionuclide from Environmental Samples by Distillation Technique, Sina Zereshki (Eds.), Distillation - Advances from Modeling to Applications, Intechopen 267-282 (2012) .

(2) 日本レイテックへのヒアリング調査

液体シンチレーションシステム（以下「LSC」という。）に関する情報収集を行った。LSCについては基本的な原理・機器構成に革新的な変化はなく、現行分析法の記載内容で十分であると判断した。

(3) 桑和貿易へのヒアリング調査

トリチウムサンプラー（SDEC 社製 MARC 7000）、燃焼装置（Raddec 社製 Pyrolyser 及び HBO_2 ）及び LSC（Hidex 社製 300SL 及び 600SL）に関する情報収集を行った。バブリング法を採用したトリチウムサンプラーについて、機器構成、各種条件、記録・表示される情報及び注意事項等の情報を収集し、その内容を大気試料の「採取方法」の項に反映した。LSC につい

て、100 mL の測定容器に対応しておらず（日本レイテック社製は 100 mL に対応している）、測定容器の容量を限定してしまうと、測定機器の限定につながると考えられたことから、マニュアル全般において、測定容器の容量が選択可能な書きぶりになるよう修正した。

(4) 弘前大学へのヒアリング調査

分析・測定条件、運用方法、大気中トリチウム採取方法等に関する情報収集を行った。大気中トリチウム採取方法について、パッシブサンプラーを用いた採取方法等に関する情報を収集し、査読付きの学術論文に掲載されている内容と併せて大気試料の「採取方法」の項に反映した。また、固体高分子電解質（SPE）を用いた電解濃縮法について、電極の洗浄方法等の情報を収集し、水試料の「電解濃縮」の項に反映した。

(5) 環境科学技術研究所へのヒアリング調査

分析・測定条件、運用方法、大気中トリチウム採取方法、非交換型 OBT の分析方法、³He 質量分析を用いた方法等に関する情報収集を行った。非交換型 OBT の分析方法について、交換型トリチウムの洗浄方法等に関する情報を収集し、査読付きの学術論文に掲載されている内容と併せて生物試料の「非交換型 OBT の分析手順」の項に反映した。³He 質量分析を用いた方法について、機器構成、各種条件等の情報を収集し、査読付きの学術論文に掲載されている内容と併せて「³He 質量分析によるトリチウムの定量」の項に反映した。

(6) 青森県原子力センターへのヒアリング調査

分析・測定条件、運用方法、大気中トリチウム採取方法等に関する情報収集を行った。青森県のトリチウム分析方法（水試料・大気試料・生物試料）は現行分析法に準拠していた。大気中トリチウムの採取方法には除湿器及びモレキュラーシーブを用いる方法を採用していた。

(7) デノラ・ペルメレックへのヒアリング調査

固体高分子電解質膜型トリチウム電解濃縮装置（TRIPURE）に関する情報収集を行った。現行分析法改訂時の機種と現在の最新機種で基本的な原理・機器構成に変更は無く、「固体高分子電解質（SPE）による電解濃縮」の項について、大幅な修正は必要無いと判断した。

(8) 冷却凝集法に関する調査

核燃料サイクル開発機構 東海事業所の小嵐ら（排気中トリチウムモニタリング手法の検証（再評価）と高度化への提言, 核燃料サイクル開発機構 東海事業所 技術報告（JNC TN8410 2005-004）（2005）.）が報告している冷却凝集法の水分捕集効率の評価等の検証試験の内容を大気試料の「採取方法」の項に反映した。

(9) 電解濃縮装置に関する調査

福島県環境創造センターが IAEA 協力プロジェクトの一環として導入した、IAEA で開発されたトリチウムの電解濃縮装置（B. Kumar et al.: A compact tritium enrichment unit for large sample volumes with automated re-filling and higher enrichment factor, Appl. Radiat. Isot. 118, 80-86 (2016).）について、福島県環境創造センターから使用方法、写真及び分析データ等を収集し、査読付きの学術論文に掲載されている内容と併せて水試料の「電解濃縮」の参考資料に反映した。

5.2 マニュアル改訂の基本方針

調査結果及び委員会の意見を踏まえて、次の方針によりマニュアル改訂案を作成した。

- ・序論にいくつかの分析・測定方法の組み合わせで得られる検出可能レベルを表で示した。
- ・現行マニュアルでは参考に記載されている電解濃縮法は、現在では一般的な手法になりつつあることから、金属電極を用いてアルカリ水溶液を電解する方法と固体高分子電解質（SPE）を用いた方法を本文に移行した。また、本文に移行するにあたり、電解濃縮は必ずしも必須でない旨を併せて記載した。
- ・大気中トリチウム採取法の一つであるパッシブ法はコストが低い上に電力を必要としないため、多地点での採取に有効であることから、本文に追加した。
- ・現行のマニュアルに記載のない、不確かさ及び品質保証に係わる記載を本文に追加した。
- ・検出下限値の算出方法として、ISO11929 による方法を追加した。
- ・IAEA で開発された電解濃縮装置について、金属電極を用いる方法の一つであり、トリチウム濃縮率の高い分析が可能な装置ではあるが、一般的な装置ではないことから解説 A に装置の紹介として記載した。
- ・大気試料の採取法として除湿器を用いる方法やパッシブ法等を採用した場合、大気中トリチウム濃度（Bq/m³）を算出するためには絶対湿度が必要となるため、絶対湿度の算出方法を解説 B に記載した。
- ・真空凍結乾燥について、凍結試料の表面積を増すことによる処理工程の迅速化の検討を行い、その結果を解説 C に記載した。
- ・現在市販されている代表的な乳化シンチレータ及び測定容器を調査し、最新の情報及び性能指数に関する検討結果を解説 D に記載した。
- ・本編のスリム化を図る為、データの棄却、放射能濃度、不確かさ及び下限値の詳細な内容や計算例はそれぞれ解説 E、解説 F、解説 G 及び解説 H に記載した。
- ・イオン交換樹脂による水試料の精製法は、蒸留法で用いるようなガラス器具や電気機器等が不要である上に短時間での前処理が可能である事から、緊急時において大量の試料数を前処理しなくてはならない状況や結果報告の迅速性が求められる状況においては蒸留法の代替法として有効であることから、海水への適用性に関する検討実験の結果を参考 A に記載した。
- ・バブリング法及び冷却凝集法を用いた大気試料の採取方法の調査結果を参考 B に記載した。
- ・非交換型 OBT の分析手順について、煩雑な手順が要求されることや、トリチウムは生物試料中で濃縮されると考えにくく、交換型 OBT を除去しない有機結合型トリチウムの定量で十分なモニタリングの成果が得られることを鑑み参考扱いとし、文献調査、検討実験及びクロスチェックの結果を参考 C に記載した。
- ・³He 質量分析によるトリチウムの定量方法の調査結果を参考 D に記載した。

5.3 マニュアルの構成

マニュアル改訂案（別冊 2「放射能測定法シリーズ 9 トリチウム分析法」改訂案）を作成した。構成は次のとおりである。

〔改訂案の構成〕

第 1 章 序論

第 2 章 水試料

2.1 試料採取

2.2 試料水の精製

2.3 トリチウムの電解濃縮

第3章 大気試料

- 3.1 試料採取
- 3.2 試料採取法
- 3.3 試料水の精製

第4章 生物試料

- 4.1 試料採取
- 4.2 真空凍結乾燥法による組織自由水の回収
- 4.3 燃焼生成水の回収
- 4.4 試料水の精製

第5章 測定条件の設定及び校正

- 5.1 クエンチング補正曲線作成用標準試料の調製
- 5.2 バックグラウンド試料の調製
- 5.3 測定条件の設定
- 5.4 校正-クエンチング補正曲線の作成

第6章 測定

- 6.1 測定試料の調製
- 6.2 測定

第7章 品質保証

- 7.1 内部精度管理
- 7.2 外部精度管理

解説

- A：トリチウムの電解濃縮
- B：絶対湿度の算出
- C：生物試料の真空凍結乾燥処理に関する検討
- D：市販乳化シンチレータ及び測定容器に関する調査結果及び検討結果
- E：データの棄却検定方法
- F：放射能濃度の計算例
- G：トリチウム分析における不確かさの評価
- H：検出下限値の計算例

参考

- A：イオン交換樹脂による水試料の精製法の検討
- B：バブリング法及び冷却凝集法を用いた大気中トリチウム採取方法
- C：非交換型 OBT の分析手順
- D： ^3He 質量分析によるトリチウムの定量

付録

- A：トリチウムの核データ
- B：用語の解説
- C：分析フロー

参考文献

6. 緊急時における放射性ストロンチウム分析法の改訂案の修正

平成 28 年度の本事業で得られた「緊急時における放射性ストロンチウム分析法の改訂案」について、国際原子力機関（IAEA）から放射性ストロンチウム迅速分析法（土壌及び海水）に関する文書が正式に公表された際には、引用箇所を含めて改訂案の修正について検討を行うこととなっている。

令和 4 年度末現在、IAEA から当該文書が公開されておらず、「緊急時における放射性ストロンチウム分析法の改訂案」についての検討は、次年度以降に持ち越される見込みである。

7. 「放射能測定法シリーズ 35 緊急時における環境試料採取法」英語版の作成

「放射能測定法シリーズ 35 緊急時における環境試料採取法」（令和 3 年 6 月制定）について、英語版への翻訳を実施した。英語版を別冊 3 として添付する。

8. 専門的知見を持つ有識者からの意見の聴取

改訂検討委員会を4回開催し、本事業における実施内容等について審議を行った。

8.1 委員構成

改訂検討委員会の委員構成は次のとおり。

(敬称略)

氏名	所属	職名
中村 尚司 (委員長)	国立大学法人東北大学	名誉教授 マイクロナノデバイス・フ センター研究教授
赤田 尚史	国立大学法人 弘前大学 被ばく医療総合研究所 放射化学・生態影響評価部門	教授
井上 広海	福島県環境創造センター 研究部	主任研究員
大倉 毅史	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	技術主幹
大下内 伸	青森県原子力センター	分析課長
大野 剛	学習院大学 理学部化学科	教授
乙坂 重嘉	国立大学法人東京大学 大気海洋研究所 海洋化学部門	准教授
眞田 幸尚	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 廃炉環境国際共同研究センター	グループリーダー
城野 克広	国立研究開発法人産業技術総合研究所 工学計測標準研究部門 データサイエンス研究グループ	主任研究員
宮本 霧子	公益財団法人海洋生物環境研究所 事務局	フェロー

8.2 委員会の開催

改訂検討委員会は Web 会議形式又は都内会議室にて Web 会議とのハイブリッド形式にて開催した。各改訂検討委員会の開催日時、出席者及び議題を次に示す。

また、それぞれの委員会議事録については、参考資料 A に示す。

第 1 回放射能測定法シリーズ改訂検討委員会	
開催日時	令和 4 年 7 月 14 日（木） 14 : 00~15:45
開催形式	Microsoft Teams による Web 会議
出席者	中村委員長、井上委員、大倉委員、大下内委員、大野委員、眞田委員、城野委員、宮本委員
議題	(1) 令和 4 年度放射能測定法シリーズ改訂事業の進め方について (2) 「緊急時における放射性ヨウ素測定法」改訂案の作成について (3) 「トリチウム分析法」改訂案の作成について (4) その他
第 2 回放射能測定法シリーズ改訂検討委員会	
開催日時	令和 4 年 10 月 18 日（火） 13 : 30~16:00 (Microsoft Teams による Web 会議)
開催形式	Microsoft Teams による Web 会議
出席者	中村委員長、赤田委員、井上委員、大倉委員、大下内委員、乙坂委員、眞田委員、城野委員、宮本委員
議題	(1) 「緊急時における放射性ヨウ素測定法」改訂案について (2) 「トリチウム分析法」改訂案について (3) その他
第 3 回放射能測定法シリーズ改訂検討委員会	
開催日時	令和 4 年 11 月 21 日（月） 13:30~16:00
開催形式	会議室及び Web 会議を併用したハイブリッド形式（東京国際フォーラム ガラス棟 G510 会議室 及び Microsoft Teams による Web 会議）
出席者	中村委員長、赤田委員、井上委員、大下内委員、大野委員、乙坂委員、城野委員、宮本委員
議題	(1) 「緊急時における放射性ヨウ素測定法」改訂案について (2) 「トリチウム分析法」改訂案について (3) その他
第 4 回放射能測定法シリーズ改訂検討委員会	
開催日時	令和 5 年 2 月 9 日（木） 13:30~16:00
開催形式	会議室及び Web 会議を併用したハイブリッド形式（東京国際フォーラム ガラス棟 G510 会議室 及び Microsoft Teams による Web 会議）
出席者	中村委員長、赤田委員、井上委員、大倉委員、乙坂委員、眞田委員、城野委員、宮本委員
議題	(1) 「緊急時における放射性ヨウ素測定法」改訂案について (2) 「トリチウム分析法」改訂案について (3) その他

参考資料 A 令和 4 年度放射能測定法シリーズ改訂検討委員会議事録
第 1 回から第 4 回改訂検討委員会の議事録を次に示す。

令和 4 年度 第 1 回放射能測定法シリーズ改訂検討委員会議事録

1. 日時 令和 4 年 7 月 14 日 (木) 14:00~15:45
2. 場所 Microsoft Teams による web 会議
3. 出席者(敬称略)

委員長	中村 尚司	国立大学法人東北大学
委員	井上 広海	福島県環境創造センター
	大倉 毅史	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
	大下内 伸	青森県原子力センター
	大野 剛	学習院大学
	眞田 幸尚	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
	城野 克広	国立研究開発法人産業技術総合研究所
	宮本 霧子	公益財団法人海洋生物環境研究所

原子力規制庁 佐々木 企画官、坂本 課長補佐、二宮 課長補佐、西下 専門員、
前川 技術参与、加藤 技術参与

事務局 公益財団法人 日本分析センター
磯貝、新田、平出、小島、豊岡、宮田、今野、吉田
4. 議題
 - (1) 令和 4 年度放射能測定法シリーズ改訂事業の進め方について
 - (2) 「緊急時における放射性ヨウ素測定法」改訂案の作成について
 - (3) 「トリチウム分析法」改訂案の作成について
 - (4) その他
5. 配付資料

資料 1-1	令和 4 年度放射能測定法シリーズ改訂検討委員会 委員名簿
資料 1-2	令和 4 年度放射能測定法シリーズ改訂事業の進め方について
資料 1-ヨウ素-1	「緊急時における放射性ヨウ素測定法」改訂案の作成について
資料 1-トリチウム-1	「トリチウム分析法」改訂案の作成について
参考資料 1	令和 4 年度放射能測定法シリーズ改訂事業仕様書
6. 議事概要

議事に先立ち、日本分析センター磯貝より、委員の紹介後、本委員会の委員長を中村委員に依頼した。

 - (1) 令和 4 年度放射能測定法シリーズ改訂事業の進め方について
事務局より、資料 1-2 に基づき、令和 4 年度 放射能測定法シリーズ改訂事業の進め方について説明があった。

(2) 「緊急時における放射性ヨウ素測定法」改訂案の作成について

事務局より、資料1-ヨウ素-1に基づき「緊急時における放射性ヨウ素測定法」改訂案の作成について説明があった。

- ① 委員より、現行のマニュアル（No.4 放射性ヨウ素分析法）にある減衰表は改訂後も入れる予定かとの質問があった。事務局より、現行のマニュアルに記載があり、参考になる資料については記載をする方針であるとの回答があった。それに対し、委員より、現行のマニュアルの減衰表はI-131のみが対象だったので、I-132、I-133についても加えた方がよいとのコメントがあった。
- ② 委員より、活性炭カートリッジによる大気の捕集について、現行マニュアルには吸着層の違いにより計数効率が変わることについて説明があるが、この考え方を継承するのか、また、現行マニュアルだと上側と下側を両方測り、平均することとなっているが、その場合の検出下限値をどう評価するのかとの質問があった。事務局より、緊急時であるため、吸着面を下にして測定する方法が適していると考えため、吸着面を上にした場合と下にした場合で差があることを明示しつつ、吸着面を下にして測定するように記載するとの回答があった。
- ③ 委員より、大気捕集材としてCP-20(活性炭ろ紙)の記載があるが、CP-20を使用した場合に粒子状とガス状を分けて測定することが難しいのではないかと。また、CP-20は単独では捕集効率が悪いので、環境モニタリングで使用する事例は少ないのではないかと。事務局より、大気を捕集するサンプリングはガラスろ紙、CP-20及びCHC-50(活性炭カートリッジ)の全てをセットできる構造となっている。実際にCP-20も含めて運用している機関があれば聞き取りをして、記載の仕方については検討したいとの回答があった。
- ④ 委員より、令和3年度に調査した内容について、マニュアルに記載するのかとの質問があった。事務局より、使用機器の写真等については参考として入れたいとの回答があった。
- ⑤ 委員より、フィルターに捕集したヨウ素がどのくらい保存できるか、データがあれば教えてほしいとの質問があった。これに対し、別の委員より、以前、ヨウ素を捕集した試料で検討を行ったことがあるので、その資料があったら事務局を通じて提供するとの回答があった。

(3) 「トリチウム分析法」改訂案の作成について

事務局より、資料1-トリチウム-1に基づき「トリチウム分析法」改訂案の作成について説明があった。

- ① 委員より、水の精製法としてイオン交換法を用いる際には、イオン交換からの水素の供給があると思うが、それが検出下限値にどの程度影響があるか、また濃度レベルに応じて方法が選択できるようにするとよいのではないかと。事務局より、どの程度影響するかを参考資料に記載したいとの回答があった。
- ② 委員より、マニュアルの最初の方で目的に応じた分析法が選べるようにするとよいのではないかと。事務局より、マニュアルの序論で整理をしたいとの回答があった。
- ③ 委員より、生物試料の洗浄回数等について、この場で妥当性を論じるのは難しいので、論文等のエビデンスがあるものを記載すべきとのコメントがあった。事務局より、論文化されたものがあるので、マニュアルにはそれらを組み込んで記載したいとの回答があった。

- ④ 委員より、測定に使用する液体シンチレーションカウンタについて、メーカーによって標準的な測定容器の容量が異なり、また一方で、何を試料にするかで取れる水の量が異なるため、試料に応じて供試量がどのくらい取れるのかを踏まえて測定試料の調製方法を記載した方がよいとのコメントがあった。事務局より、装置ごとに容量等が変わってくるので、特定のメーカーに誘導しないような記載にしたいとの回答があった。
- ⑤ 委員より、大気中トリチウムの場合、フロー図にあるような蒸留は行わないのではないかとのコメントがあった。事務局より、蒸留については、電気伝導度などで十分な精製がされている場合は手順を省略できる記載を検討するとの回答があった。
- ⑥ 委員より、大気中トリチウムでは何を測るのか、その目的に応じて単位換算が必要な場合がある。また、海水ではBq/LかBq/kgかでは試料密度が影響するので注意が必要であり、見落とされがちな注意事項についても記載したほうがよいとのコメントがあった。事務局より、放射能濃度の換算式を記載し、ユーザー側で計算できるように配慮するとの回答があった。
- ⑦ 委員より、夏場では湿度の関係でモレキュラーシーブ等の飽和が起こる場合があり、使用上の注意事項について記載があるとよいとのコメントがあった。事務局より、捕集材の事例を示し、合わせて運用面での手法を補足するようにしたいとの回答があった。
- ⑧ 委員より、本県のモニタリングでは現状の測定法でその目的を達成しており、自治体の実施しているモニタリングにおいて、電解濃縮法で測定することが必須であると思われるような記載にしてほしいとのコメントがあった。事務局より、目的に応じて分析法を選択できるよう留意して記載するとのコメントがあった。
- ⑨ 委員より、参考に載せるIAEAの電解濃縮装置については、一般には入手が困難な装置であるため、記載する際は相談してほしいとのコメントがあった。事務局より、記載の内容については協議しながら進めていきたいとの回答があった。
- ⑩ 委員より、洗浄回数の検討について乾物とBG水との比率については情報があるなら記載してほしいとのコメントがあった。事務局より、参考として記載する際に条件も合わせて記載するとの回答があった。
- ⑪ 委員より、参考に載せるか本文に載せるかについて、目的を整理して記載してほしいとのコメントがあった。事務局より目的を明確にして、それに適したツールを記載するとの回答があった。
- ⑫ 委員より、シンチレーションカクテルについては人体影響や廃棄のしやすさなど、労働安全の観点からの情報も入れて欲しいとのコメントがあった。事務局より、蒸気圧を記載することを考えていたが、試薬購入時に添付されるSDSの情報などを踏まえ、記載したいとの回答があった。
- ⑬ 委員より、ポリエチレンバイアルの分析は長時間の分析は難しいとの記載について、具体的なデータがあるかとの質問があった。事務局より、長期間保管することによる質量変化を検討してデータとして付けたいとの回答があった。

(4) その他

事務局より、第2回委員会は10月頃の開催を予定しており、開催形式（対面またはweb）は未定であるが、近日中に日程調整を行うとの連絡があった。

以上

令和4年度 第2回放射能測定法シリーズ改訂検討委員会議事録

1. 日時 令和4年10月18日(火) 13:30~16:05
2. 場所 Microsoft Teamsによるweb会議
3. 出席者(敬称略)

委員長	中村 尚司	国立大学法人東北大学
委員	赤田 尚史	国立大学法人弘前大学
	井上 広海	福島県環境創造センター
	大倉 毅史	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
	大下内 伸	青森県原子力センター
	乙坂 重嘉	国立大学法人東京大学
	眞田 幸尚	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
	城野 克広	国立研究開発法人産業技術総合研究所
	宮本 霧子	公益財団法人海洋生物環境研究所

原子力規制庁 坂本 課長補佐、二宮 課長補佐、西下 専門員、加藤 技術参与

事務局 公益財団法人 日本分析センター
川原田、磯貝、新田、田中、大槻、佐野、平出、小島、豊岡、宮田、吉田

4. 議題

- (1) 「緊急時における放射性ヨウ素測定法」改訂案について
- (2) 「トリチウム分析法」改訂案について
- (3) その他

5. 配付資料

資料 2-1	令和4年度第1回放射能測定法シリーズ改訂検討委員会議事要旨
資料 2-2	令和4年度放射能測定法シリーズ改訂検討委員会 委員名簿
資料 2-ヨウ素-1	「緊急時における放射性ヨウ素測定法」改訂案について
資料 2-ヨウ素-2	「緊急時における放射性ヨウ素測定法」改訂案
資料 2-トリチウム-1	「トリチウム分析法」改訂案について
資料 2-トリチウム-2	「トリチウム分析法」改訂案

6. 議事概要

- (1) 令和4年度第1回放射能測定法シリーズ改訂検討委員会議事要旨について
事務局より、本議事要旨を最終版とする旨の説明があった。
- (2) 「緊急時における放射性ヨウ素測定法」改訂案について
事務局より、資料2-ヨウ素-1及び資料2-ヨウ素-2に基づき「緊急時における放射性ヨウ素測定法」改訂案について説明があった。
 - ① 委員より、大気を採取したカートリッジについて、現場ではデシケータに入れて水分を吸収しないように注意しているが、測定までの保管方法については記載しなくてよ

いかとの質問があった。事務局より、可搬型のサンプラで採取したカートリッジについては注意事項として記載することを検討するとの回答があった。

- ② 委員より、土壌試料のデータ評価において、面積当たりの放射能を算出することがよいとする根拠は何かとの質問があった。事務局より、通常のモニタリングでは単位重量当たりの放射能で評価することが多いが、緊急時の補足参考資料においては緊急時に汚染の広がりを評価するために面積当たりの放射能でも評価するとの記載があるとの回答があった。委員より、広がりを評価するにはボトムエンドまでの総量から面積当たりに換算して評価するので、緊急時には単位重量当たりの放射能だけでも十分なのではないかととの質問があった。本測定法では小型容器を差し込んで採取する方法のみを記載しているため、採取深度としては表層のみとなるが、その場合でも面積当たりの放射能に換算できるように記載しているとの回答があった。
- ③ 委員より、大気モニタのろ紙を折り畳んで測定容器に充填する方法の記述がわかりにくいとのコメントがあった。事務局より、ろ紙送りの1時間毎に裁断して重ねて押し込む方法もあるので、文章と写真の整合性については検討したいとの回答があった。
- ④ 委員より、カートリッジのピーク効率校正の方法について、現場としては実施可能な方法が優先順位をつけて記載されていることはありがたいとのコメントがあった。なお、実際に測定結果を報告する際にどの方法でピーク効率を求めたかを明記する必要はないのかとの質問があり、事務局より、マニュアルに則った方法で実施しているのであれば、報告するたびに脚注等に記載する必要はないのではないかととの回答があった。また、別の委員より、改訂案では優先順位を明記している箇所の記載がわかりにくいとのコメントがあった。事務局より、記載の表現については検討したいとの回答があった。さらに、別の委員から、効率変換の説明についてはやや主観的な表現となっているため修正した方がよいのではないかととのコメントがあった。事務局より、指摘のとおり修正するとの回答があった。
- ⑤ 委員より、核データの表について、不確かさで表現しているものについては包含係数も記載しておくとのよい。また、改訂案 P. 31 の真ん中の表は放出率の説明をしたかったのではないかととの質問があった。事務局より、核データの不確かさは包含係数1であるため、記載を追加すること、表の記載内容については出典元を確認するとの回答があった。また、別の委員より、包含係数を含んだ拡張不確かさであるなら、「標準不確かさ」のような表現の方がわかりやすいのではないかととのコメントがあった。事務局より、原典の表現を確認して記載の表現について検討するとの回答があった。
- ⑥ 委員より、改訂案 P. 32 にある「上記3核種」という表現はページが飛んでいるため「表3-6の3核種」のようにしてはどうかとのコメントがあった。事務局より、上記の部分が数ページ前にあるため、指摘のとおり修正するとの回答があった。
- ⑦ 委員より、改訂案 P. 9 の1)に「施設敷地緊急事態により大気中の放射性ヨウ素のモニタリングが指示され…」とあり、施設敷地緊急事態になると大気中ヨウ素のモニタリングのための採取が開始されると読めるが、実際には施設の状況を考慮して指示がなされるため、誤解のない表現にしてほしいとのコメントがあった。事務局より、修正文案については今後相談させてほしいとの回答があった。
- ⑧ 委員より、大気の採取装置について、「起動後、3日以上燃料補給をせずに連続で稼働できること」は装置の特徴であるため、装置概要に記載した方がよいとのコメントがあった。事務局より、記載する場所については改めて検討するとの回答があった。
- ⑨ 委員より、土壌の測定試料の調製として均質化の手順が記載してあるが、短半減期核種を対象とした初期の緊急時モニタリングにおいても均質化は必要なのか。仮に中長

期の緊急時モニタリング段階での下方浸透を考慮して均質化の必要性を記載しているとしたら、I-131の半減期スケールでの下方浸透のデータを示してはどうかとのコメントがあった。また、土壌の保管方法について、I-129を分析する場合には湿土のまま保管するとあるが、測定法シリーズ No. 26「ヨウ素-129分析法」では60~70℃で乾燥する前処理手順の記載があるので、整合性を取った表現にした方がよいとのコメントがあった。事務局より、土壌の採取方法については測定法シリーズ No. 35「緊急時における環境試料採取法」から一部抜粋しているため、前処理方法について誤解が生じないように記載内容を検討するとの回答があった。また、保管方法についてはコメントの内容を反映して修正したいとの回答があった。

(3) 「トリチウム分析法」改訂案について

事務局より、資料2-トリチウム-1及び資料2-トリチウム-2に基づき「トリチウム分析法」改訂案について説明があった。

- ① 委員より、トリチウムの標識化合物を使用している施設等で使用されている空気モニタや、電解濃縮装置として国内で生産されているトリピュアについては本測定法に入らないのかとの質問があった。事務局より、空気モニタについては対象外としており、トリピュアについては商品名のため名称として記載していないが、固体高分子電解質による電解濃縮がトリピュアに相当する記載になっているとの回答があった。
- ② 委員より、改訂案において解説から本文に移行させたものもあるが、本文、解説、参考と区別する基準は何かとの質問があった。事務局より、本文はできるだけスリム化したいとの考えから、本文は手順のみの記載にとどめ、詳細については解説に記載することとした。トリチウム分析をするうえでは本文と解説までが必須のものとし、参考についてはプラスアルファの情報提供という位置付けで整理をしているとの回答があった。
- ③ 委員より、トリチウム分析特有の用語が出てきた際には、初出の時点で脚注なり説明を加えて後段の用語集まで飛ばなくても理解できるような構成にできたらよいとのコメントがあった。事務局より、委員の皆様のご協力を頂いてできる限りそのような構成にしていきたいとの回答があった。
- ④ 委員より、序論において、水試料の電解濃縮が必須でないような記載にして頂いたところではあるが、一方で、非交換型 OBT は手順が煩雑なため必須項目から外して参考資料としたとあるので、逆説的には本文にあるものは必須項目であるかのように読めてしまう。手順が煩雑でも社会的要請が高まれば実施せざるを得ないため、当該箇所の表現については検討した方がよいのではないかとコメントがあった。事務局より、誤解を招く表現となっているので修正したいとの回答があった。
- ⑤ 委員より、検出可能レベルの表に20mL ガラスバイアルの記載があるが、この容器は一般的なものなのかとの質問があった。事務局より、分析センターで使用しているものではあるが、シンチレータの検討とあわせてバイアルの検討もしているので、記載する容器については今後検討していきたいとの回答があった。
- ⑥ 委員より、パッシブサンプラーの採用について、その妥当性を示す必要がある。アクティブの装置と比較した論文があるので引用するとよいとのコメントがあった。事務局より、当該論文については引用する予定であるとの回答があった。
- ⑦ 委員より、IAEAの電解濃縮装置は特殊な装置であり、国内では福島県にしかないと思うが参考になるのかとのコメントがあった。事務局より、IAEAでは装置の作り方

の動画を公開しているが、作製のハードルが高いので装置の紹介程度とする予定であるとの回答があった。

- ⑧ 委員より、採取地点の中に比較対照地点を入れることが望ましいとの記載があるが、補足参考資料では現在その考え方はなくなっているため、誤解のないようにしてほしいとのコメントがあった。事務局より、必ずやらなければいけないものではないと読めるような表現にしたいとのコメントがあった。
- ⑨ 委員より、図 3.4 の管状炉の図で、窒素ガスと流量計の間に吸湿を防止するためにシリカゲル等を入れたガード部分を追記してはどうかとのコメントがあった。事務局より、管状炉の構造として一般的かを確認して記載を検討するとの回答があった。
- ⑩ 委員より、生物試料の採取頻度については年に 1 回しか採取できないものもあるので、1~4 回/年とした方がよいのではないかとコメントがあった。事務局より、指摘の通りに修正するとの回答があった。
- ⑪ 委員より、測定容器について、疑似計数を防止するために内側をテフロンでコーティングしているものもあるので記載してはどうかとのコメントがあった。事務局より、測定容器の検討の参考とするとの回答があった。
- ⑫ 委員より、生物試料であれば非交換型 OBT の扱いをどうするか、章の最初に簡単な説明があった方がよい。また、水試料であれば電解濃縮ではこれぐらいの検出下限値であるということをもとに最初に記載してはどうかとのコメントがあった。事務局より、記載する方向で検討するとの回答があった。
- ⑬ 委員より、前は参考で大気のパブリック手法が入っていたが、入れないこととしたのかとの質問があった。事務局より、資料から落丁してしまっているが記載を予定しているとの回答があった。
- ⑭ 委員より、参考で棄却検定の手順があるが、棄却検定することが標準的な手順の測定なのかとの質問があった。事務局より、液体シンチレーションカウンタでは装置の特性上静電気等により飛び値が発生することがあるので、頻度は少ないかもしれないが棄却検定が必要であるとの回答があった。

(4) その他

事務局より、11 月 21 日（月）に予定されている第 3 回委員会について、対面での開催を検討しているとの連絡があった。

以上

令和4年度 第3回放射能測定法シリーズ改訂検討委員会議事録

1. 日時 令和4年11月21日(月) 13:30~16:00
2. 場所 東京国際フォーラム ガラス棟会議室 G510
(Microsoft Teams による Web 会議併用)

3. 出席者(敬称略)

委員長	中村 尚司	国立大学法人東北大学
委員	赤田 尚史	国立大学法人弘前大学 (Web 出席)
	井上 広海	福島県環境創造センター (Web 出席)
	大下内 伸	青森県原子力センター
	大野 剛	学習院大学
	乙坂 重嘉	国立大学法人東京大学
	城野 克広	国立研究開発法人産業技術総合研究所
	宮本 霧子	公益財団法人海洋生物環境研究所

原子力規制庁 竹田 専門官、西下 専門員、前川 技術参与、加藤 技術参与

事務局 公益財団法人 日本分析センター
川原田、磯貝、新田、田中、大槻、平出、佐野、小島、豊岡、宮田、
今野、吉田、佐々浪

4. 議題

- (1) 「緊急時における放射性ヨウ素測定法」改訂案について
- (2) 「トリチウム分析法」改訂案について
- (3) その他

5. 配付資料

資料 3-1	令和4年度第2回放射能測定法シリーズ改訂検討委員会議事要旨
資料 3-2	令和4年度放射能測定法シリーズ改訂検討委員会 委員名簿
資料 3-ヨウ素-1	「緊急時における放射性ヨウ素測定法」改訂案
資料 3-トリチウム-1	「トリチウム分析法」改訂案

6. 議事概要

- (1) 令和4年度第2回放射能測定法シリーズ改訂検討委員会議事要旨について
事務局より、本議事要旨を最終版とする旨の説明があった。
- (2) 「緊急時における放射性ヨウ素測定法」改訂案について
事務局より、資料 3-ヨウ素-1 に基づき「緊急時における放射性ヨウ素測定法」改訂案について、第2回委員会からの修正点を中心に説明があった。
 - ① 委員より、p.9 の大気試料の採取を開始する時期について、施設敷地緊急事態の段階で施設の状況に応じて開始するのではなく、全面緊急事態の段階で状況に応じて開始するのではないかと、とのコメントがあった。事務局より、補足参考資料の記載を確認し、適切な表現を検討するとの回答があった。

- ② 委員より、p. 13 の大気モニタで採取したろ紙の充填方法について、ろ紙を半分にした半円の直径部分が検出器側になるように折るということがイメージしやすいように、ポンチ絵などがあると良いとのコメントがあった。事務局より、わかりやすい記載方法を検討するとの回答があった。
- ③ 委員より、p. 13 の大気モニタで採取したろ紙の充填方法について、吸引面が容器の底面にくるように詰めるのは安全側の評価のためと考えられるので、その旨を記載してはどうか。pp. 34-35 で活性炭カートリッジの測定面は安全側評価のため吸引面を検出器側に向けて測定するとの記載があるので、同様の記載をした方が良いとのコメントがあった。事務局より、緊急時において迅速に測定試料を調製する趣旨であるが、過小評価にならないようにする意図も含まれるので、整合が取れる記載に修正したいとの回答があった。
- ④ 委員より、pp. 28-29 のゲルマニウム半導体検出器による測定について、過小評価を避けるために「活性炭カートリッジと比較してピーク効率が小さいと予測される容器」のような書きぶりにし、また、脚注を付ける位置を「容器」にすると良いのではないかとのコメントがあった。事務局より、指摘のような修文を検討したいとの回答があった。
- ⑤ 委員より、p. 31 で例示している γ 線エネルギーが、p. 32 の表 3-2 に記載のない核種のものなので、表 3-2 の記載から例示してはどうか。また、標準不確かさの表記方法がわかりにくいとのコメントがあった。事務局より、表 3-2 にある核種から選択して例示するように修正するとの回答があった。また、標準不確かさの記載方法は、わかりやすい表現に修正するとの回答があった。
- ⑥ 事務局より、p. 31 の標準不確かさの記載に「包含係数 (k=1)」と併記することは適切かとの質問があった。委員より、二重表記になるため記載は望ましくないとの回答があった。事務局より、「包含係数 (k=1)」の記載を削除するとの回答があった。
- ⑦ 委員より、参考 E の出典について、論文ではなく事業報告書からの引用ではないかとの質問があった。事務局より、参考文献に記載している論文から引用したものはずだが、確認して参考文献の記載を適正にするとの回答があった。

(3) 「トリチウム分析法」改訂案について

事務局より、資料 3-トリチウム-1 に基づき「トリチウム分析法」改訂案について、第 2 回委員会からの修正点を中心に説明があった。

- ① 委員より、p. 94 (4) の真空凍結乾燥における恒量の基準について、「前日に計測した質量との差が 1g 以下」の対象が各分割試料の質量なのか、全分割試料の質量なのかを明示した方が良いとのコメントがあった。事務局より、ステンレス製乾燥容器の質量を含む全分割試料の質量であるので、その内容を記載するとの回答があった。
- ② 委員より、FOM の算出方法について、p. 66 と p. 99 で計算式が異なる。p. 99 の計算式では含水量を乗じているのはなぜかという質問があった。事務局より、p. 99 の検討実験ではシンチレータによって含水量を変えており、横並びに評価するために含水量を乗じる計算式を用いたとの回答があった。
- ③ 委員より、p. 50 の生試料の凍結方法について、凍結時に環境中の水が凝結する可能性があるため、これに配慮した方法を記載した方が良いとのコメントがあった。事務局より、生試料を凍結する前に真空シーラーでパッキングしているため、その内容を記載するとの回答があった。

- ④ 委員より、p. 50 の試料の保存について、試料採取後すぐに真空凍結乾燥できない場合はTFWTとOBTの同位体交換を防ぐために直ちに凍結して冷凍保存するといった内容を記載した方が良く、また、真空凍結乾燥後の乾物試料を常温で保存するとOBTが分解する可能性があるため、冷凍庫で保存するといった内容を記載した方が良くとのコメントがあった。事務局より、すぐに真空凍結乾燥しない場合は試料を凍結保存するという内容を記載する。また、乾物試料については、直ちに燃焼できない場合は冷凍することが望ましいという内容を記載するとの回答があった。
- ⑤ 委員より、pp. 59-60 のOBTの還流方法について、還流前に試料のpHを中性付近まで上げないと有機物の分解がうまく進まないのではないかとこの質問があった。事務局より、pH調整せずに還流を実施し、UV測定で評価しているが、分解がうまく進まないという事象はこれまで確認されていないとの回答があった。
- ⑥ 委員より、p. 92 のIAEAで開発された電解濃縮装置について、IAEAから直接購入したわけではないので誤解のない書きぶりにしてほしい、また、IAEAの装置は一般には入手し難いことから、国内メーカーが開発した同様の装置をあわせて紹介すると良いとのコメントがあった。事務局より、書きぶりを検討するとの回答があった。
- ⑦ 委員より、流通業界の会議において、水揚げされてから出荷するまでにTFWTの結果が欲しいとの声を受けて開発された迅速分析法の発表があったが、この方法をマニュアルに記載できないかとの質問があった。事務局より、今回の改訂では見送らせていただきたい。序論に「日々新しい技術が検討されていく中で開発された、より信頼性が高く、より適切な方法を否定するものではない」と記載しているので、その一文で対応して欲しいとの回答があった。
- ⑧ 委員より、p. 152 のクロスチェックについて、どのような実施スケジュールを想定しているのかとの質問があった。事務局より、送付準備はできているので、本員会後速やかに試料を送付し、p. 153 記載の方法で各機関に分析・測定していただき、年度内に結果を取りまとめたいとの回答があった。
- ⑨ 委員より、p. 59 の蒸留と還流について、p. 11 の水試料では精製方法として蒸留を記載しているが、生物試料では還流による有機物の分解と蒸留による不純物の除去を個別の分析方法として記載している。蒸留も水中の有機物を分解しながら不純物を除く操作であり、還流装置を繋げて蒸留している機関もあると思うので、記載を統一するか、還流は省略可能であるといった内容を記載した方が良くとのコメントがあった。事務局より、蒸留では蒸発させた水をトラップするだけだが、還流では有機物を十分に分解させるために、トラップした水を再度戻し、有機物の分解を繰り返して行うことから別の操作として記載している。書きぶりを検討するとの回答があった。
- ⑩ 委員より、p. 147 の非交換型OBTの概要について、原子力利用関連施設からトレーサーレベルの人エトリチウム化有機化合物が環境中に放出される場合もあるといった内容を記載した方が良くとのコメントがあった。事務局より、書きぶりを検討するとの回答があった。
- ⑪ 事務局より、p. 110 のKシグマ検定に用いる標準偏差の算出方法について、正規分布とポアソン分布を使い分ける基準はあるのかとの質問があり、委員より、試行回数が多ければポアソン分布と正規分布から求めた標準偏差は同等の値になる。精度に関しては、通常の推定であればポアソン分布の方が良い。例3に記載されている測定結果のように外れ値が入っている場合でもポアソン分布の方が良いとの回答があった。

- ⑫ 委員より、p. 122 の不確かさの合成方法について、バックグラウンドの変動の不確かさを相対値で合成しているが、減算の場合はこの式は使えないので正味計数率の不確かさを相対値にして合成した方が良いとのコメントがあった。事務局より、検討するとの回答があった。
- ⑬ 委員より、p. 121 の校正の不確かさについて、計算例をみると各ポイントでフィッティング値/実測値を求め、これらを 10 回繰り返すとみなして標準偏差を算出しているが、二次関数でフィッティングした値に適応することは統計学的に正しくないため、基準となる値（1 もしくは平均値）との差が最も大きい値を不確かさの計算に使った方が良いとのコメントがあった。事務局より、検討するとの回答があった。

(4) その他

- ① 事務局より、第 4 回委員会の開催は 1 月下旬から 2 月上旬を予定しているので、近中に日程調整を行いたいとの連絡があった。
- ② 事務局より、原子力規制委員会の技術検討チーム会合が 12 月に開催予定となっており、両改訂案が審議される予定であるとの連絡があった。

以上

令和4年度第4回放射能測定法シリーズ改訂検討委員会議事要旨

1. 日時 令和5年2月9日(木) 13:30~16:00
2. 場所 東京国際フォーラム ガラス棟会議室 G510
(Microsoft TeamsによるWeb会議併用)
3. 出席者(敬称略)

委員長	中村 尚司	国立大学法人東北大学
委員	赤田 尚史	国立大学法人弘前大学 (Web出席)
	井上 広海	福島県環境創造センター
	大倉 毅史	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
	乙坂 重嘉	国立大学法人東京大学 (Web出席)
	眞田 幸尚	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 (Web出席)
	城野 克広	国立研究開発法人産業技術総合研究所 (Web出席)
	宮本 霧子	公益財団法人海洋生物環境研究所

原子力規制庁 佐々木 企画官、二宮 課長補佐、坂本 課長補佐、西下 専門員、前川 技術参与、加藤 技術参与

事務局 公益財団法人 日本分析センター
川原田、磯貝、新田、大槻、平出、豊岡、宮田、今野、鈴木、吉田、佐々浪、櫻井

4. 議題
 - (1) 「緊急時における放射性ヨウ素測定法」改訂案について
 - (2) 「トリチウム分析法」改訂案について
 - (3) その他

5. 配付資料

資料 4-1	令和4年度第3回放射能測定法シリーズ改訂検討委員会議事要旨
資料 4-2	令和4年度放射能測定法シリーズ改訂検討委員会 委員名簿
資料 4-ヨウ素-1	「緊急時における放射性ヨウ素測定法」改訂案
資料 4-トリチウム-1	「トリチウム分析法」改訂案

6. 議事概要
 - (1) 令和4年度第3回放射能測定法シリーズ改訂検討委員会議事要旨について
事務局より、本議事要旨を最終版とする旨の説明があった。
 - (2) 「緊急時における放射性ヨウ素測定法」改訂案について
事務局より、資料4-ヨウ素-1に基づき「緊急時における放射性ヨウ素測定法」改訂案について、第3回委員会からの修正点を中心に説明があった。
 - ① 委員より、p.12の吸引面という用語は一般的か。上流側という表現が用いられることがあるので、検討してほしいとのコメントがあった。また、別の委員から、同じページに付着面という表現が出てくるので、用語を統一した方がよいとのコメントがあった。事務局より、記載する用語については検討し、記載を統一するとの回答があった。

- ② 委員より、p. 13 の手順と写真が合っていないように思われる。写真のように長尺ろ紙を丸めてしまうと「吸引面を底面側に向ける」と矛盾するのではないかとのコメントがあった。事務局より、長尺ろ紙を折って吸引面が底面側に向くようにしたうえで丸めているので矛盾はしていない。わかりやすい表現となるように検討するとの回答があった。
- ③ 委員より、p. 25 の降下物の採取装置について、平常時では何に使用しているものなのかや、バットやたらい等を採取容器として用いる際、水を張っておいた方がよいのか等の説明があった方がよい。事務局より、追記を検討するとの回答があった。
- ④ 委員より、p. 30 の文章で「…場合には」が繰り返し記載されているので修正漏れではないかとのコメントがあった。事務局より、指摘の通り修正するとの回答があった。

(3) 「トリチウム分析法」改訂案について

事務局より、資料 4-トリチウム-1 に基づき「トリチウム分析法」改訂案について、第 3 回委員会からの修正点を中心に説明があった。

- ① 委員より、p. 7 の濃縮率に関して、この値だけでは計算に不十分であり、体積濃縮率も必要ではないかとのコメントがあった。事務局より、この濃縮率には体積濃縮率とトリチウム残留率が含まれているとの回答があった。
- ② 委員より、p. 12 の常圧蒸留法について、供試量の 0.1 % 程度の過酸化ナトリウム及び過マンガン酸カリウムを添加とあるが、0.1 % が何に対してなのかを明示した方がよいとのコメントがあった。事務局より、記載を検討するとの回答があった。
- ③ 委員より、p. 12 の常圧蒸留法について、試料水を質量ではかり取っているが、容積ではかり取る場合もあるので、両方に対応した文章にした方がよいとのコメントがあった。事務局より、容積ではかり取る場合にも対応できるような書きぶりとなるよう検討するとの回答があった。
- ④ 委員より、p. 15 の図に関して、シリカゲルが必要である説明を加えた方がよいとのコメントがあった。事務局より、追記を検討するとの回答があった。
- ⑤ 委員より、p. 25 の電解濃縮記録簿に関して、記録簿内の項目と解説 D の計算例の部分が照らし合わせやすい形になっているとよい。特に、スタンダードの基準日は間違いやすいため、誤解を生まない表記にしてほしいというコメントがあった。事務局より、わかりやすい表記となるように検討するとの回答があった。
- ⑥ 委員より、p. 31 および解説 H の絶対湿度に関して、本文中の早い段階で出てくる用語にもかかわらず、解説では一番後ろとなっており違和感がある。解説の並び順を変えた方がよいのではないかとのコメントがあった。事務局より、解説の並び順について検討するとの回答があった。
- ⑦ 委員より、p. 33 の大気中トリチウムの採取方法に関して、冷却凝縮法も記載した方がよいとのコメントがあった。事務局より、追記するとの回答があった。
- ⑧ 委員より、p. 35-36 の大気中トリチウムの採取に関して、モレキュラーシーブやシリカゲルを使用した後にはメモリー効果を避けるため無トリチウム水でバブリングを実施し、洗浄するのが望ましいとの記載があった方がよいとのコメントがあった。事務局より、追記する方向で検討するとの回答があった。
- ⑨ 委員より、p. 75 等の数値に関して、小さな桁まで表記しているが有効桁数に問題はないかという質問があった。事務局より、問題がないことの確認が取れているとの回答があった。

- ⑩ 委員より、p. 79 のグラフに関して、一見、指数関数的に減少しているようには見えないので、回帰曲線を追加するなど指数関数的に減少していることを明示するか、指数関数的という表現そのものがない方がよいのではないかとコメントがあった。事務局より、適切な表記を検討するとの回答があった。
- ⑪ 委員より、p. 95-96 の IAEA で開発された電解濃縮装置について、p. 95 のマシンスペックの表と p. 96 の実験時の表で同じ項目名にもかかわらず、違う値があるのは誤解を生むのではないかとコメントがあった。事務局より、p. 96 の表が実験時の値であることがわかるよう、書きぶりを検討するとの回答があった。
- ⑫ 委員より、計数値の表記方法について、計数値の後ろに±に続いて不確かさの値が記載されているものと標準誤差が記載されているものがあり「±」の使い方が統一されていない。説明なく、±の後ろに標準誤差を記載するのは誤解を与える可能性があるとのコメントがあった。事務局より、適切な表記を検討するとの回答があった。
- ⑬ 委員より、p. 109-114 の各検定に関して、 χ^2 乗検定等は計数値を使用しているのに対し、 $K\sigma$ 検定だけは計数率を使用しているが、他の検定と同様に計数値でよいのではないかとコメントがあった。事務局より、内容について確認した上で、必要に応じて修正を検討するとの回答があった。
- ⑭ 委員より、p. 113 のポアソン分布について、式の内容に誤りがある。また、n 数が少ないと外れ値が外せないのは正規分布でもポアソン分布でも同じなので文章として特記する必要はないのではないかとコメントがあった。事務局より、式を修正した上で適切な表記となるように検討するとの回答があった。
- ⑮ 委員より、p. 123 の不確かさのフィッティングに関して、表中のどの値を採用したのかわかりやすいように明示した方がよいとのコメントがあった。事務局より、わかりやすい表記となるように検討するとの回答があった。
- ⑯ 委員より、p. 123 の不確かさのフィッティングに関して、第 3 回委員会時の原案では標準偏差を使って算出していた。標準偏差を用いる方法は測定法シリーズ No. 7 ゲルマニウム半導体検出器による γ 線スペクトロメトリーと同様の考え方であり、これを否定すると No. 7 のマニュアルも修正が必要になるのではないかとコメントがあった。事務局より、内容について確認した上でどのように扱うか検討するとの回答があった。
- ⑰ 原子力規制庁より、p. 104 の⑧の式について、98 番の脚注の内容がなくなっているため、0.995 の根拠説明を入れて欲しいとのコメントがあった。事務局より、当該脚注を記載するとの回答があった。

(4) その他

- ① 事務局より、今回の第 4 回委員会をもって今年度の委員会は終了であるため、今回のコメント等への対応については必要に応じて委員にご意見をお伺いしつつ事務局で内容の修正を進め、最終的には委員長の一任をもって最終版とするとの連絡があった。なお、トリチウムについてはクロスチェックの結果等で不完全な部分があるため、まとめ次第、別途、メール等で内容の確認をお願いするとの連絡があった。
- ② 事務局より、原子力規制委員会の技術検討チーム会合が 3 月に開催予定となっており、改訂案が審議される予定であり、本事業でまとめた改訂案は会合での意見に基づき修正が入る可能性があるとの連絡があった。

以上