

環境放射線モニタリング技術検討チーム

第11回会合

議事録

日時：令和元年12月9日（月）13：30～14：33

場所：原子力規制庁 13階 会議室B・C

出席者

担当委員

伴 信彦 原子力規制委員会委員

外部専門家（五十音順）

青野 辰雄 量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門  
福島再生支援研究部 環境動態研究グループ グループリーダー

飯本 武志 東京大学環境安全本部 教授

高橋 知之 京都大学複合原子力科学研究所 准教授

田上 恵子 量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門  
福島再生支援研究部 環境移行パラメータ研究グループ  
グループリーダー

武石 稔 日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門 福島環境安全センター  
分析技術開発アドバイザー

竹ヶ原 仁 青森県原子力センター 所長

百瀬 琢磨 日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所 副所長

山澤 弘実 名古屋大学大学院工学研究科 教授

原子力規制庁

山田 知穂 核物質・放射線総括審議官

長坂 雄一 監視情報課 課長

小此木裕二 監視情報課 企画官

海野 幸広 監視情報課 環境放射能対策官

富坂 隆史 放射線環境対策室 室長

大熊 一寛 放射線防護企画課 課長  
二宮 久 監視情報課 課長補佐  
武藤 保信 監視情報課 解析評価専門官  
古川 卓也 監視情報課 課長補佐  
松田 秀夫 監視情報課 解析評価専門官  
廣上 清一 監視情報課 モニタリング企画専門官  
前川 素一 監視情報課 技術参与  
上杉 正樹 監視情報課 技術参与  
斎藤 公明 監視情報課 技術参与  
藤元 憲三 放射線防護企画課 技術参与  
中村 尚司 放射線規制部門 技術参与

#### 議事

○伴委員 それでは、時間になりましたので、ただいまから環境放射線モニタリング技術検討チーム第11回の会合を開催いたします。

本日は、お忙しい中お集まりいただきまして、ありがとうございます。

では、まず、事務局に異動がありましたので、じゃあ順番に自己紹介をお願いします。

○山田審議官 核物質・放射線総括審議官の山田でございます。よろしくお願いいたします。

○長坂課長 監視情報課長の長坂でございます。よろしくお願いいたします。

○富坂室長 放射線環境対策室長の富坂でございます。よろしくお願いいたします。

○大熊課長 放射線防護企画課長の長熊でございます。どうぞよろしくお願いいたします。

○伴委員 どうもありがとうございます。

議事次第にもありますとおり、本日は1件の議題を予定しております。では、議事に入る前に、事務局から配付資料の確認をお願いします。

○長坂課長 議事次第の4ポツ、配付資料がございますとおり、今日は二つの資料でございます。資料1はA4の横長のものがございます。ちょっと薄目のもの。そして、資料2、A4のやや厚い資料でございます。お手元がございますでしょうか。

○伴委員 よろしいですか。では、議事に入ります。

議題1、放射能測定法シリーズNo. 7、「ゲルマニウム半導体検出器による $\gamma$ 線スペクト

ロメトリー」の改訂について。これに関しまして、資料1、それから資料2の説明を監視情報課の小此木企画官からお願いします。

○小此木企画官 監視情報課の小此木です。よろしくお願いいたします。

説明に入る前に、1点説明をさせていただきます。

本日、iPadを机の上に置かせていただいていると思いますけれども、これは従来、過去の資料などをドッチファイルで置いていたものにつきまして、こちらのiPadに保存してございます。使い方といたしましては、下の丸いところを押していただきますと、ホーム画面が立ち上がると思います。ホーム画面の下のところに、アクロバットの赤くて三角形のものが入っています。そのアクロバットのアイコンをクリックしていただきますと、アクロバットのローカルのファイルのフォルダが開くと思います。タブレット用データというところがございますので、そこをクリックしていただきますと、本日の資料とあと過去第1回から10回までの会合資料がそれぞれ保存されておりますので、必要に応じて御参照いただければと思っております。

使い方とかで分からないことがありましたら、適宜声をかけていただいて構いませんので、よろしくお願いいたします。

それでは、本日の資料の説明に入りたいと思います。

本日は資料1といたしまして、パワーポイントで概要を示したものと、資料2で今回つくりました改訂原案、二つ用意しております。放射能測定法シリーズ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の改訂についてでございますけれども、こちらにつきましては、今まで2年間かけて一つの測定法シリーズを改訂するという流れで進めてございまして、今回、これは2年目になっております。今年の3月に開催いたしました第10回会合において、改訂の方向性を示してございまして、それに基づきまして改訂作業を進めまして、この度この資料2のとおり改訂マニュアルの原案という形で策定いたしました。

まだ、作成途中の部分がございまして、一部作成中と書いてあったりとか、あと書く予定なんですけれども、ちょっと書いていないとかございますけれども、とりあえずは現時点で中身について御審議いただければと思っております。

本マニュアルにつきましては、本会合の後、2週間程度コメントを受け付ける期間を設けたいと思っております。それまでに本日いただけなかったような意見につきましても、事務局宛てに頂戴できればというふうに思っております。

頂戴したコメントにつきまして、事務局のほうで検討いたしまして、3月にまた技術検

討チーム会合を予定しておりますので、第12回になりますけども、そちらで改訂案という形を取りまとめたというふうに思っております。

それでは、パワーポイントのほうの資料でございますけども、1ページめくっていただいて、2ページをご覧ください。

前回の第10回会合では、現行のマニュアルの特徴とか、あとは現行マニュアルが制定された平成4年～現在に至るまで、ゲルマニウム半導体検出器に関する状況の変化とか、あとはサム効果の補正方法の検証、シミュレーションによるピーク効率の算出、ISO11929に基づく検出下限値についてなどを御議論いただきまして、マニュアルの改訂に当たっての基本方針についてここに書いてある六つについて御承認いただいたというふうに考えております。

この六つについて、順に確認したいと思います。

まず、一つ目でございますけれども、本マニュアルの対象者でございますけれども、これを実務担当者とするということです。現行のマニュアルは、実務担当者と解析プログラム作成者向けになっておりましたが、これを実務担当者向けにしたいという内容でございます。

二つ目は、現状、一般的に使っている機器を対象に記載したいということでございます。

三つ目は、サム効果補正方法について検証し、必要な内容を追加すること。

四つ目は、モンテカルロシミュレーション等、数値計算モデルによるピーク効率の算出について、サム効果補正や自己吸収補正も含め検証し、必要な内容を追加すること。

五つ目は、ISOやIAEA等のマニュアル類を参考とし、国際的な動向に沿った内容とするよう検討すること。

六つ目は、検出下限値について、現行のクーパー法に加え、国際的に使用されているISO11929による評価方法を記載するというところでございます。

この方針に従いまして、今回、改訂原案を策定いたしました。

3ページをご覧ください。

マニュアル改訂案作成の対応方針といたしまして、 $\gamma$ 線スペクトルの解析手法はスペクトルの中の全エネルギーの吸収ピークの位置から $\gamma$ 線エネルギーを求め、そこから核種の定性を行うことと、ピーク面積とその $\gamma$ 線の放出本数から、核種の定量を行うということでございます。

この手法につきましては本質的な変化はございませんので、今回の改訂案の策定に当た

りましては、1番として現状にそぐわない内容の削除と、2として、現状用いられている手法の取り込みということを行います。

4ページをご覧ください。

マニュアルの対象者は、先ほど申しましたとおり、モニタリングの実務担当者とするという基本方針に従いまして、今回の改訂案での取り扱いといたしましては、メーカーに関する事項として、現在、スペクトル解析について、ほとんどのユーザーがメーカー等によって作成されたソフトウェアを使用しておりますので、そのことを前提に記載するということとございます。

したがって、本マニュアルでは、プログラムコード等のスペクトル解析の詳細な手法について、細かく規定することは行いません。また、ソフトウェアが採用する解析手法の選択及びその妥当性の確認と説明は、ソフトウェア作成者の責任といたします。

ただし、選択した解析手法について、最低限学術論文等で妥当性の根拠が示されており、実績ある手法であるというようなことを示す旨を記載したいと思っております。

ユーザーに関する事項といたしましては、本マニュアルはユーザーが環境放射線モニタリングで必要とされる適正なデータを得るためのガイドラインを示すというものといたします。ソフトウェアの運用を含む一連の行為によって得られる結果については、妥当性の検証の確認はユーザーが行い、本マニュアルではその確認方法を示すものといたします。

続けて5ページをご覧ください。

マニュアルの構成案となります。本文には、原理・原則や必須事項を記載し、簡潔な記載といたします。具体的な手順やデータ等の詳細につきましては、解説という形で記載いたします。現行マニュアルに記載されている解析手法のうち、参考として残すものについては資料という形で記載いたします。

6ページをご覧ください。

マニュアルの本文の構成案でございます。こちらにつきましては第10回会合でもお示ししておりましたが、第2章に用語の解説を追加したことと、前回の案では第8章、結果の報告としておりましたが、そこが変更になっております。

具体的に内容を見ていきたいと思いますが、表の左側は現行マニュアル、真ん中には改訂案の章立てを記載しております。

第1章は序論でございます。第2章は、現行のマニュアルの資料に記載されている、現行のマニュアルは資料というところで記載しておりますが、用語の解説を追加いたしました。

第3章には $\gamma$ 線測定の基本原理を記載いたします。第4章には、測定機器について記載いたします。現行マニュアルの第3章～第5章の内容を統合し、現状、一般的に使用されている機器に合わせた記載内容に改訂いたします。

第5章は、検出器の校正を記載いたします。第6章には、核データを記載します。ここでは核ライブラリの登録データ選択の考え方を記載することとし、核データ表は解説に記載します。

第7章には、測定・解析手順を記載します。現行マニュアルの第7章から第10章の内容を統合した形で改訂します。現行マニュアルの第11章、データ解析用プログラムにつきましては、プログラム仕様書的な内容であり、ソフトウェア開発者向け内容であるため、廃止します。

第8章には、検出下限値を記載します。IS011929の概要説明等を記載します。第10回会合では、この次の章に結果の報告としておりましたが、結果の報告は第7章に含めました。第9章には新規で分析結果の質の保証を記載します。IS017025の考え方に基づく妥当性評価について記載いたします。

7ページをご覧ください。

こちらは、マニュアルの解説及び資料の構成案を記載しております。解説Aとして、 $\gamma$ 線スペクトロメトリーにおける不確かさの評価について記載します。解説Bとして、検出下限値の計算例を記載します。現行のクーパー法と新たに記載するIS011929について記載します。現行マニュアルの解説に最小2乗法等ございますが、こちらについては廃止いたします。

解説Cとして、測定試料の調製方法について記載します。解説Dとして、新規で測定容器内不均一の影響について記載します。解説Eとして、核データ表を記載します。現行マニュアル資料C、環境放射線モニタリングと線量当量の推定・評価、及び資料D、効率図例については廃止の予定でございます。こちらについては御意見等いただければと思っております。

現行マニュアルの資料E、障害と対応については、現状に合わせ、第4章に記載いたします。現行マニュアル資料F、用語集につきましては、マニュアルの本文第2章に記載します。現行マニュアル付録1、操作の簡略化を目的とした $\gamma$ 線スペクトル解析プログラム及び付録2、同定用ゲージについては廃止します。解説Fとして、スペクトル例を記載します。解説Gとして、新規で改良ピーク・トータル比を記載します。解説Hとして、新規でピーク効

率変換を記載します。

資料でございますけれども、資料1として、現行マニュアルから一部移動して、環境試料に対する $\gamma$ 線の減弱係数の計算例を記載します。資料2として、現行マニュアルから一部移行して、容積線源のピーク効率を求める例を記載します。資料3として、サム効果補正法を記載します。

次のページ、8ページをご覧ください。

ここからは、各章の内容につきまして、簡単に説明したいと思います。まず第1章、序論でございます。厚いほうのマニュアル原案でございますと、1-1ページになります。あわせてご覧いただければと思います。

本マニュアルの制定及び改訂の経緯、対象とする範囲を記載します。またゲルマニウム半導体検出器を用いた $\gamma$ 線スペクトロメトリーの概要について記載します。従来からの改訂箇所といたしましては、本マニュアルの対象として、原子力施設等を対象とした環境試料（ラボでの測定）の明確化を図るため、その旨を序論に記載します。

また、50keV以下の $\gamma$ 線、X線領域等になりますが、や、上記以外での試料は対象外とすること。また、本マニュアルは、基本的には平常時について記載されており、緊急時の対応については測定法シリーズNo. 29のマニュアルをあわせて参照する旨も記載いたします。

続けて、9ページをご覧ください。

第2章は、用語の解説となります。マニュアル原案では、2-1ページからになります。1枚めくっていただいたところです。こちらには、ゲルマニウム半導体検出器による $\gamma$ 線スペクトロメトリーに関連する用語の解説を記載します。現行マニュアルでは、資料Fとして記載しておりましたが、本文に移しました。

このマニュアルでございますけれども、学生等が教科書的に使用することということも多数あるということございましたので、そういったことも考慮いたしまして、できるだけ多くの用語を収録いたします。また、略語につきましては、正式名称とともに解説を記載いたします。

続けて、10ページをご覧ください。

第3章、 $\gamma$ 線測定の基本原則になります。マニュアル改訂原案では、3-1ページになります。概要といたしましては、 $\gamma$ 線計測の基本原則である $\gamma$ 線と物質との相互作用（光電効果、コンプトン散乱、電子対生成）について、解説を記載します。また、ピーク解析にお

いて考慮する必要のあるサム効果や自己吸収について記載します。

改訂箇所ですが、 $\gamma$ 線計測の基本原理については、本質的な変更はないため、語句の整理等のみ実施することとし、記載内容は現行のマニュアルを踏襲いたします。

続けて、11ページをご覧ください。

第4章、測定機器となります。マニュアル改訂原案では、4-1ページからになります。ゲルマニウム半導体検出器を用いた $\gamma$ 線スペクトロメトリーに必要な計測機器の説明を記載しています。改訂箇所としては、現在、一般的に使用されていない機器を削除しつつ、現状使用されている機器を記載します。

本日の原案にはあまり記載できておりませんが、ハードウェアの調整や保守管理、障害とその対応についても記載する予定でございます。

12ページをご覧ください。

第5章、検出器の校正となります。マニュアル改訂原案では、5-1ページからになります。ゲルマニウム半導体検出器で計測したスペクトルを解析するために必要となる校正であるエネルギー校正、半値幅校正、ピーク効率校正について記載しています。

改訂箇所としては、第10回会合で御説明したシミュレーションによるピーク効率の算出について、記載のとおり整理しております。具体的には、 $\gamma$ 線スペクトロメトリーで定量を行うために必要である全エネルギー吸収ピーク効率を求めるための手法として、①として、標準 $\gamma$ 線源の実測による方法と、②として標準 $\gamma$ 線源の実測と数値計算モデルによるピークの算出手法を組み合わせた方法の二つに分類し、記載しました。

また、数値計算モデルによるピーク効率の算出を使用する場合にも、少なくとも一つのトレーサブルな標準線源の測定が換算の基となる必要がある旨も記載いたしました。

13ページをご覧ください。

第6章、核データとなります。マニュアル改訂原案では、6-1ページになります。こちらは、核データライブラリに登録する放射線核種を選択する考え方を記載しております。改訂箇所といたしましては、核データライブラリに登録する核種として、現行マニュアルに登録されているもの、これは、環境試料中に検出される可能性がある天然放射線核種と人工放射性核種になりますが、それに加えて現在の平常時モニタリング、原子力災害対策指針の補足参考資料でございますけども、そこに掲載されている核種、これは東京電力福島第一原発事故時に検出された核種が追加されたものになりますが、これも加えて掲載いたします。



また、対象核種の核データですが、2019年8月時点の評価済核構造データファイル(ENSDF) から引用いたします。

14ページをご覧ください。

第7章、測定・解析手順となります。マニュアル改訂原案では、7-1ページからになります。測定試料の調製、測定、解析、評価までの一連の作業について記載しています。改訂箇所といたしましては、デッドタイムの増加など、測定上注意すべき事項について記載します。また、複雑な $\gamma$ 線スペクトルや放射性核種の誤認など、解析上注意すべき事項について記載します。

また、不確かさの評価についても、本日の原案には記載できておりませんが、記載する予定でございます。

15ページをご覧ください。

第8章、検出下限値となります。マニュアル改訂原案では、8-1ページをご覧ください。こちらもちよっとまだ作成中でございますけれども、 $\gamma$ 線スペクトロメトリーの検出下限値の基本的な概念について記載します。

具体的には、現行マニュアルの解説に記載されているクーパー法に基づく検出下限値の考え方を整理して記載しております。また、ISO11929に基づく検出下限値の概要を記載します。クーパー法とISO11929の両者の結果の違い及びその使い分けについても記載します。詳細な内容につきましては、解説Bにも記載いたします。

続きまして、16ページをご覧ください。

第9章、分析結果の質の保証となります。マニュアル改訂原案で9-1ページからをご覧ください。適切な分析結果を得るために必要となる、ここに掲げている三つの条件、一つ目といたしまして、機器の健全性の確認。二つ目として、測定のトレーサビリティのための校正（国家標準にトレーサブルな標準線源を用いた校正）。三つ目として、測定・解析手法の妥当性の確認。標準物質の測定等による確認。相互比較分析プログラムなど外部精度管理への参加の推奨等について記載いたします。

ここまでが本文になります。

次からは解説になります。続けて17ページをご覧ください。

解説Aでございますけれども、 $\gamma$ 線スペクトロメトリーにおける不確かさの評価になります。マニュアル改訂原案では、A-1ページをご覧ください。ゲルマニウム半導体検出器を用いた $\gamma$ 線スペクトロメトリーにおける測定試料、効率校正、試料の測定の不確かさの

評価方法を記載します。また、バジェットシートによる計算例を計算式のみでなく実例を数値として追加する予定でございます。

18ページをご覧ください。解説B、検出下限値の計算例となります。マニュアル改訂原案では、B-1ページをご覧ください。

現行のクーパー法及び国際標準となっているISO11929に基づく検出下限値の概要を説明し、計算例を記載します。ISO11929については、IAEAの文献に記載されているモデル式を用いて計算したものを計算例として記載いたします。

続きまして、19ページをご覧ください。

解説C、測定試料の調製方法になります。マニュアル改訂原案は、C-1ページをご覧ください。採取した環境試料をγ線スペクトロメトリーのための測定試料とする方法を記載します。測定容器の種類とその選択、試料の充填方法、注意事項について記載します。

改訂箇所としては、現行マニュアルの第7章に記載されている内容を現状に合わせて見直しを行います。

続きまして、資料D、測定容器内不均一の影響となります。マニュアル改訂原案では、D-1ページになります。測定容器内の試料の不均一性が測定結果や不確かさに与える影響について、EGS5によるシミュレーションにより評価した結果について記載します。

20ページをご覧ください。

解説E、核データ表となります。マニュアル改訂原案は、E-1ページをご覧ください。第6章の考え方にに基づき選定した核種の核データをエネルギー順及び核種ごとの表形式で記載します。

改訂箇所としては、データの引用元をTable of Isotopes 7<sup>th</sup>から評価済核構造データファイルの2019年8月版に変更します。

21ページをご覧ください。

解説F、スペクトル例となります。マニュアル改訂原案は、F-1ページになります。解説Eにたくさん表が載っているの少し長いので、後半のほうになります。核種同定作業の一助とするため、海外の原発事故時に採取された環境試料のスペクトル等を掲載します。

改訂箇所としましては、東京電力福島第一原発事故時に採取された試料のスペクトル、及び長時間のバックグラウンド測定を行ったスペクトルを追加掲載します。

22ページをご覧ください。

解説G、改良ピーク・トータル比となります。マニュアル改訂原案では、G-1ページをご

覧ください。これは、サム効果補正を行う手法として、現行マニュアルに記載されている標準点線源を実測した結果から、ピーク・トータル比を計算するのではなく、標準体積線源を実測した結果からピーク・トータル比を算出し、サム効果補正を行う方法を記載しております。

続きまして、解説Hでございます。ピーク・効率変換となります。マニュアル改訂原案ではH-1ページをご覧ください。これは、標準線源の実測で得られたピーク効率を他のジオメトリやエネルギーにおけるピーク効率に変換する、いわゆる半実験的手法を記載しております。

ピーク効率を変換するためのソフトウェアとしてはたくさんありますが、ここではEFTRANというソフトウェアで求めたものを記載しております。

23ページをご覧ください。

次からは資料の説明となります。資料1、環境試料に対する $\gamma$ 線の減弱係数の計算例となります。マニュアル改訂原案、資1-1ページとなります。こちらでは、現行マニュアルの第2章から一部を移し、資料という形でまとめております。環境試料中での $\gamma$ 線の自己吸収を評価するため、相互作用断面積の近似式を使って減弱係数を求める方法を記載します。

資料2、容積線源のピーク効率を求める例となります。マニュアル改訂原案は、資2-1をご覧ください。こちらでも現行マニュアルの第6章から一部を移し、資料という形でまとめております。異なる厚さの多核種混合線源を使用して、任意の充填高さの容積試料のピーク効率を求める方法を記載しております。

続きまして、24ページ、最後のページになりますけども、ご覧ください。

資料3、サム効果補正となります。マニュアル改訂原案、資3-1ページをご覧ください。こちらは、サム効果についての説明及びサム効果を補正するための手順が記載されております。

資料は以上でございます。

最後といたしまして、本マニュアルを改訂するに当たり引用した文献等を参考資料として記載する予定でございます。

以上でございます。

○伴委員 ありがとうございました。

このマニュアルにつきましては、盛り込むべき内容、それから全体の構成について、以

前御意見をいただきまして、本日の原案がそれに沿ってつくられています。まだ一部原稿ができていないものがありますけれども、今回改めてコメントをいただきたいと思っておりますので、どなたからでも。よろしく申し上げます。武石先生。

○武石アドバイザー 武石です。

非常に緻密につくられていて、すばらしいマニュアルの原案だと思います。ちょっと確認させていただきたいんですが、シミュレーションを使った、または数値モデルによるピーク効率の計算のところの5-2ですけれども、この2ページですが、基本的スタンスとしては、まだシミュレーションだけでは不十分なので、実測を体積線源というか実線源を1点入れて、トレーサビリティを確保しなさいということは非常によろしい。私も大賛成なんですが、このシミュレーションというのがどのようなものを指しているのか、ちょっとイメージがわかりづらいんですが、普通、今、御紹介にあった解説Hのピーク効率の変換みたいな、ある基本的な実測値をもとにシミュレーションコードを用いて別のジオメトリをつくった場合は、この5-2ページのシミュレーションまたは他の数値モデルによるピーク効率の計算に値するんでしょうかというのが質問なんですが、そうすると、それはもう実測値からの変換なので、変換した効率校正についても、そのジオメトリについても、もう一度体積線源かなんかで比較しなさいということになるのかというのがちょっと疑問なんです。

以上です。

○小此木企画官 ありがとうございます。

どのようなものを想定されているかということでございますけれども、いろんなやり方があるかと思うんですけれども、次の5-3のところピーク効率変換というところの次、5-4のところですね。こちらの最後のほうにも記載いたしましたけれども、基本的には今、ここである特定のジオメトリで測定されたものを同一検出器の別のジオメトリに変換するというようなときにつきましては、ジオメトリの形状について、同相的なものであれば変換することもできるんだろうけれども、例えばここで書いてありますと、円柱形のものを大きく異なるジオメトリの変換、円柱形で測ったものをマリネリ容器に変換するようなものについては適用できるものではなく、適用できる範囲は限定されるという書き方を一部書いていたりしますが、そういった御質問でよろしいでしょうか。

○武石アドバイザー はい。意味はわかりました。それで、そうすると、5-2の(2)のシミュレーションまたは他の数値モデルによるピーク効率の計算のシミュレーションモデル

というのを幾つか参考文献を示して、こういう場合の例だということを少し明確にしていた  
だくとわかりやすいかと思います。

○小此木企画官 そのような形で検討したいと思います。

○伴委員 ほかにいかがでしょう。竹ヶ原先生。

○竹ヶ原所長 青森県の竹ヶ原です。

すみません、ちょっと技術的に確認させていただきたいところがあって、2-10ページに、  
相対効率というのが一番下にあって、これはNaIの検出器に対しての効率ということで定  
められていますよ。最後の2行目のところに相対効率が20～40%程度のゲルマの検出器  
が今多いというふうになっていて、この相対効率によってもサム効果の補正の仕方とか若  
干違ってくるというような知識が僕の中にはあるんですけども、この辺はもう今回のマニ  
ュアルというのは相対効率20～40%のものに対して十分適用できるものになっているとい  
う理解をすればよろしいですか。

○小此木企画官 前回の会合のときで、前回のマニュアルができてから今日までどうい  
う技術変化がありましたかという説明の中で、検出効率が非常によくなってきていますとい  
う説明をさせていただきました。検出効率がよくなるとどういうことが起こるかという  
と、小さいものはかれるようになるということなんですけれども、それと同時にサム効果が  
非常に大きくなってしまいうということもあるので、そのサム効果の補正法を今回検討しま  
しょうということで検討を進めておりますので、一応御指摘のとおり現状、相対効率が20  
～40%の検出器が多くなってきているので、それに対応できるようなサム効果補正を考え  
ましょうということで一応今回まとめているということでございます。

○竹ヶ原所長 ありがとうございます。

僕の頭が15%程度のゲルマを使っていたころということもございまして、そのときあま  
りサムを考えなくてもいいような状況にあった。だから、現実的にはもしかすればそれぐ  
らいの効率をお持ちになっているところもあるかもしれないので、そういう意味では確認  
なんですけど、今回は20～40%の効率のものをつくったということでもよろしいんですね。

○二宮課長補佐 監視情報課の二宮と申します。

20～40%に限定しなくても、ここで示しましたシミュレーションによる手法であれば、  
補正はできるということで記載をさせていただいておりますので、それで大丈夫かと思  
います。

○竹ヶ原所長 はい、わかりました。

○伴委員 今、御指摘のあった相対効率、要は検出効率が上がることによってサム効果が増えてくるというような記述はどこかにはあるんですか。

○小此木企画官 すみません、そうですね、ちょっと今、ぱっと序論を見たところ、もしかしたら序論とかにそういった旨も……。

○二宮課長補佐 3-6ページの上から3分の1辺りのところに、サム・コインシデンスの確率は両方の放射線の検出効率の積に比例するため、検出効率の高い条件下での測定ほどサム効果は顕著に表れると。結晶が大きくなるほど影響が増大するため、補正は必須であるということに記載しております。

○伴委員 了解しました。ありがとうございます。ほかにいかがでしょう。はい、どうぞ。

○青野グループリーダー QSTの青野です。

マニュアルの本文の4-7のところですけども、細かい話ですけども、そこで測定室の理想的な条件ということが表記されています。(1)で空調が適切であるという書き方ですけども、そこで23プラスマイナス2℃の範囲で安定している。下に、湿度が50~60%の範囲で安定しているということですけども、これ二つ合わせた部屋を用意するという事自体はちょっと非常に負担が大きいのではないかなと思います。

ですので、なぜこのような環境下にゲルマを置かないといけないのか、どの部分に注意しないといけないかという部分を書き足したほうがいいのではないかなという提案です。

以上です。

○小此木企画官 はい、検討して対応いたします。

○伴委員 確かにこの環境じゃないとだめと言われると、これ相当厳しいので、書き方にもよると思うんですね。現実にとれぐらいの範囲であれば大丈夫で、でも特にこれぐらいを目標にしたほうがいいというような書き方もあるのかなと思うんですけど。

○小此木企画官 はい、承知いたしました。

○伴委員 いかがでしょうか。高橋先生。

○高橋准教授 京都大学の高橋です。

第8章につきまして、スライドのほうではこの二つの方法の結果の違い及びその使い分けについて記載するという形で記載されているのですが、本文のほうを見ますと使い分けにこの第8章のところで該当しそうなところは、「その測定を実施した調査の要求仕様書等にのっとり選択すること」という形で書かれていて、具体的にどういうふうにこの使い分けをするかというのが、もし、この形ですと、要求仕様書を書く際にやはり使い分け

を判断して書かなければならなくなりますが、その辺の具体的な使い分け方法について、第8章をもう少し詳しく書いたほうがいいんじゃないかなと思います、いかがでしょうか。

○小此木企画官 ありがとうございます。

第8章につきましては、我々としてもちょっとまだ書き足りないかなというふうにとちょっと思っているところがございまして、具体的に使い分けにつきましては、過去との継続性を重視されるようなものについては過去と同じような方法、具体的にはクーパー法を用いるし、例えば輸出なんかで使うような外国との比較が求められるような場合については、ISO11929を使うみたいな記述も追加したいとは考えております。

○高橋准教授 ありがとうございます。

○伴委員 この解説Bのところに検出下限についての解説があるのですが、これもかなりさらっとしてありますよね。クーパー法についてはともかくとして、ISOの方法って要は統計的な考え方なので、第1種の過誤、第2種の過誤、そういったものからどういうふうにこういう概念が導入されてきているのかということももうちょっと書いてあったほうが、特に初学者には親切なような気がするのですが、いかがでしょうか。

○小此木企画官 ありがとうございます。

解説のほうにつきましても、もう少しISO11929の考え方なんかにつきまして、書いていくようにしたいと思います。

○伴委員 ほかにございますか。田上先生。

○田上グループリーダー ありがとうございます。

今、現行の資料を拝見しながらつらつらバックグラウンドって一体何だろうというふうに思っていたのですが、今回、示していただいた解説F以降のところ、バックグラウンド.1、バックグラウンド（純水2Lマリネリ）ということで示されているわけです。一方、現行の資料を拝見すると、バックグラウンドというのは厳密には同一の大きさ、材質のブランク試料を測って、つまりその一緒に測るときの試料の容器を置いて測るべしというような書き方をしている、ここに書いてある二つの図、バックグラウンドというのは、どちらにも相当しないような気がいたしました。ごめんなさい、もうちょっと前に気づくべきだったんですけども。もともと考え方としては、やはり容器を置いて測るべきだと思うんですけども、その辺りの考え方というのは間違いないでしょうか。

○二宮課長補佐 監視情報課の二宮です。

先生がおっしゃるとおり、全く同じ条件で容器も測定対象試料がある状態と同じ状態でのその中身がない状態ではかるというのは、厳密にはバックグラウンドに相当すると思えますけれども、現実には特に容器等を置いていない状態でバックグラウンドを定期的に測っているというのが実態かなとは思いますが。

○田上グループリーダー 引き続きすみません。先ほど高橋委員からコメントされたのですが、用語のところにはきちんと一般的には試料のないとき、あるいは放射能を含まないブランク試料を置いたときの計数值またはスペクトルを言うというふうに書いてあります。やはり用語集に書いてあるとおり、バックグラウンドといったらきっちり測る対象を入れるための容器を、ものを詰めないで測るというようなことが正しいんじゃないかと思うのですが、やはりその辺りは皆さんに徹底していただいて、容器からの依存はないんだというふうに思うのですが、念のためきっちり書いておいたほうがいいのかなというふうに思いますが。

○二宮課長補佐 了解いたしました。

バックグラウンドという用語を使うときには、そのような趣旨で記載したいと思います。この解説のFで、例えばF.2で純水を入れたマリネリのスペクトル例を記載したというところは、そこにも書いておりますけれども、宇宙線由来で発生する中性子が水によって減速されて、ゲルマの結晶と反応して、ここにあるような例えばゲルマニウムの75、ゲルマニウムの75メタステーブルのような核種がバックグラウンドで検出されることがあるということを示したいということで記載をしておりますので、先生、御指摘いただいた用語の使い方についてはきちんと修正したいと思います。

○伴委員 だから、この用語集のところで、こういうの、あるいはこうで、こういうこともあるとやっているから、それが実際に本文中あるいは解説中に出てくるときに、今はこの意味で使っていますよというのが明確になるようにということですよ。

ほか、いかがでしょうか。百瀬先生。

○百瀬副所長 JAEA、百瀬です。

細かな点で二つほど。まず一つが、解説Fのスペクトル例、これについては実際のときに役立つ情報だと私は思っています。一部、F-4ページのところのF.12の核実験に関わる試料のスペクトルについて、これは非常に役に立つかと思いますが、測定日だとか、スペクトルの核種分析結果、これは載せる予定というふうに理解してよろしいでしょうか。

それからもう一つが、G-1ページなんですけれども、解説G「改良ピーク・トータル比」



の、ちょっと読み込みが私、足りないのかもしれませんが、「改良」というのは多分以前のもの改良したとの意図があるものと思いますが、ずっとこの言葉を使い続けられるかどうかということについて解説をしていただけたらと思います。

以上2点をお願いします。

○二宮課長補佐 はい。監視情報課の二宮です。

最初の御質問にありました、スペクトルのキャプションといいますか、いつ、誰が、どういうものを測定したというのは本文にも記載しますし、またスペクトル図のほうにもできれば記載したいというふうに考えています。

それから、もう一つの御質問の改良ピーク・トータル比なんですけども、改良する前のもとのピークトータル比のサム効果の補正の中で、ピーク・トータル比を用いて補正をするという手法が現行のマニュアルに記載しておりまして、それが改良前の方法になります。

そこではポイントソースから求めたピーク・トータル比が経験値として文献値がありまして、それをもとにしている。従来それでまあまあ妥当な値が得られてきたんですけども、近年、その検出器が大きく、効率が上がってきたということで、若干サム効果補正が足りないところが出てきたということで、今回、そのポイントソースのピーク・トータル比を用いているところを体積線源のピーク・トータル比に置きかえることで、より正確な補正ができるようになりましたということで、改良という言葉を使っています。

なので、改良ピーク・トータル比法というのが一般名としてどうかというところはまた検討したいと思っておりますけども、今回、その改良ピーク・トータル比法と名づけたといいますか、そういう記載をしているというのはそういう背景がございます。

○百瀬副所長 ありがとうございます。極めて明確に御説明いただきました。

またもし、機会があれば、原案を作成する専門家の中で、この言葉より適切なずっと使える言葉がないか、御検討いただければと思います。このままでも結構でございます。

○伴委員 どうなんでしょうね。いや、つまり、改良ピーク・トータル比と言ったときに、改良に重点が置かれているのか、ピーク・トータル比に重点が置かれているのかどっちなんですかね。つまり、ピーク・トータル比で補正を行いますということが重要なのであれば、改良という言葉は必ずしも適切ではないのではないかと。これが将来、また改訂のときに、新たに改良されたときに、改良改良ピーク・トータル比と言うのかという話になってきちゃうと思うんですが。

○小此企画官 そうですね。基本的に改良というか、ピーク・トータル比のやり方の説明

で、従来から違ったやり方なので改良をつけているというニュアンスが大きいと理解しておりますので、用語のつけ方につきましては引き続き検討したいと思います。

○伴委員 ほかにございますか。じゃあ、武石先生、どうぞ。

○武石アドバイザー 武石です。

先ほどのスペクトル図のところでもちょっと聞き漏らしたかもしれないんですが、鉱石とか土壌とかいうことについては、もう少し詳しい情報があると、例えば海岸の砂とか鉱石の場合だったらウラン、あるいはトリウム系が多いのかとか、鉱石ってもう十把一絡げとか、ちょっともう少し情報があると助かるなと思います。

それから土壌についても同じように、黒ボク土なのかちょっと農地なのか森林土なのかぐらいがあったら参考になるなと思います。

それから、測定時間もできればわかるといいんですが。それから今は記載がないんですが、後半のところのスペクトルの例に核種の表記がないんですが、これ核実験による試料ということで、ピークの核種の表記を前と同じようにお願いしたいなと思います。

それから、ちょっと欲張りなのかもしれないですけど、核種、ピークの名前だけでなく、主なやつにはエネルギーもできれば。せいたくかもしれないんですが、よろしく願います。作業量が増えてしまうかもしれないんですが、もし可能な範囲でならば助かるんですが、使用者とか見た方は。無理ならば無理で結構です。

以上です。

○小此木企画官 はい、ありがとうございます。

鉱石につきましては、とりあえずF-3のところに書いてある程度しか今、書いていないので、もうちょっと詳細な内容については書くようにしたいと思います。土壌につきましても同様に、どういう土壌かという情報はちょっとまだ書いていないので、そこも検討したいと思います。

測定時間につきましても、基本的にはそれぞれ前のページに書いていますけども、表の中にあっただろうがいいということなのかなというふうに理解して、ちょっとそこもできれば検討していきたいと思っております。

核実験の試料につきましては、ここもそうですね、核実験による試料だけじゃちょっとわかりづらいと思ひまして、F-4ページのF-12のところには、一応中国核実験後に日本で採取された降水をということで記載しておりますけれども、まあちょっとそこもわかりづらかったのかなというふうに思っておりますので、その辺についても記載したいと思います。

す。

一応、検出された核種については、F-12のところだとコバルトとか記載はしておりますが、という状況です。

○伴委員 まあ多分これ、実際のこのスペクトルの絵を見て、それをめくって行って、自分が求めているものはこれに近いなって把握してからむしろ前の解説を読むというような形になると思いますので、この絵の中に必要な情報が盛り込まれているのが望ましいと思います。

○小此木企画官 承知いたしました。

○伴委員 いかがでしょうか。山澤先生。

○山澤教授 ちょっと細かい点ですけども、5-2から5-3にかけて、シミュレーションによって効率を求めるという部分ですけども、これも私基本的に賛成で、かつ実測を入れましょうという部分で、その最後の部分ですね、その節の、差異が見られる場合は原因を検証して数値モデルを修正する必要があると。ちょっと言葉尻を捉えるようですけども、我々ユーザー側からすると、モデル自体を修正するというのはあまり手が入りられないような気がして、計算の条件については結構いろいろ変えてみてということはやるんですけども、モデル、どう言ったらいいですかね、数値計算、ちょっと表現を考えていただければいいんですけども、モデル自体はちょっと手を入れられないかなという気がします。

以上ですけど。

○二宮課長補佐 先生おっしゃるとおりですので、ここは表現を修正したいと思います。ありがとうございます。

○伴委員 ほかにございますか。大体よろしいでしょうか。

じゃあ、とりあえず、今日この席では一応コメントを一とお伺ったということで、ただこの後まだ気づいた点が出てくる可能性がありますので、それについてはどうすればいいですかね。改めて事務局のほうからちょっとどういう形でいつまでにこのを確認してもらえますか。

○小此木企画官 一応、2週間程度、御意見いただける期間を設けたいと思っておりますが、具体的な日付とかにつきましては、改めて皆さん方にメール等で御案内しようと思っておりますので、よろしく願いいたします。

○伴委員 はい、ではそのようをお願いいたします。

そうしますと、大体年内ぐらいを目処にコメントを最終的にいただいて、その後年明け

からその辺を踏まえた作業をして、年度内に完成するという、そういうスケジュールになりますかね。はい、ということです。

では、皆様には、コメントがもしございましたら、それを事務局に寄せていただきたいのと、事務局のほうではそのコメント等を踏まえて、改訂作業を行うようお願いいたします。

本日の議題は以上ですが、ほかに何かございますでしょうか。はい、じゃあ竹ヶ原先生からどうぞ。

○竹ヶ原所長 すみません、ありがとうございます。

若干、放射能測定法シリーズの改訂の計画について、コメントさせていただきたいんですけど、測定法シリーズというのはこのチームで優先順位をつけていただいて議論して、今、優先順位Aのものが審議されているというふうに思っているところです。

今後のスケジュール感というのをちょっとお聞きしたくて、というのは、平常時の補足参考資料がもう2年ぐらい前に示されて、その中に新たに大気中の放射性物質の測定というものが含まれてございます。この濃度測定に関しては、もうダストモニターの測定の5Bq/m<sup>3</sup>という、そういうところまで示されているので、その要求仕様が示されているということもございますので、特にこの大気中の放射性物質の測定法シリーズの策定のスケジュール感というんですかね、その辺を明らかにしていただければなと思うんですけど。

○小此木企画官 ありがとうございます。

放射能測定法シリーズにつきましては、一応この場で優先順位の議論をさせていただいて、それに基づいて行っていくということで、先生が今、おっしゃられたとおり、今、Aのものについて順次進めているというところでございます。

実際には、2年にかけて1冊を改訂しているというペースで今進んでおりますので、まだ4冊が改訂済みになったというところで、まだまだこれからということもございますけれども、ニーズが高い、Aというものはニーズが高いものなんですけれども、順番に進めていこうというふうに思っているところでございます。今、お話がありました新しく新規策定予定にしているものとしての大気性放射性物質の測定法でございますけれども、これにつきましてはできれば来年度から検討を開始して、2年間の検討の土俵に乗せて、2年間でできれば令和3年度に制定できればという方向で進めていければというふうに思っているところでございます。

○竹ヶ原所長 すみません、ありがとうございます。

そのお話としては承知しました。ちょっと危惧しているのは、既にもう発電用原子炉というのが動いている自治体もございます。ということで、補足参考資料ができて2年、今のお話だと放射能測定法シリーズをつくるのが2年。トータルで4年です。

まず、我々がこれをモニタリングとして使おうとした場合のその仕様が明らかになるまでまず4年かかってしまう。そして、さらに想像力をちょっとかき立てていただきたいんですが、我々こういうものを買おうとすると、県の中での予算要求ということをしなければなりません。ということは、それができるのが仕様が決まらないとできないので、まず令和4年になります。そして、そのための費用というのがどうしても国の力を借りなければいけないので、国にお願いという形で放射線監視交付金の申請をする。その作業が令和5年ということになります。ということは、その整備のための準備期間がもう6年経ってしまっていて、実際にデータが我々の手元に出てくるのが令和6年ということになります。

そうすると、若干ちょっとスピード感がないのかなという気がしてございます。ということもありますので、平常時の補足参考資料には、具体的には読むと現在の技術水準を踏まえれば、この5Bq/m<sup>3</sup>というものが十分達成できるというところも示されてございますので、国のほうでこの核になる部分についてはもう十分にデータの検討が、機器の仕様の検討なり最終の量でありますとかそういう測定、分析条件などもある程度決まっているものだと思っています。

なので、大気中の放射性物質の測定に関する核になる部分については、もうある程度出せるのではないかというふうに思っております。なので、この2年の検討の間でも、早い時期に自治体として仕様書がかかるような、そういう部分については早目、早目に公表して、作業を進めていただければと思います。これは要望でございます。

○小此木企画官 要望ということで、承知いたしました。一応我々としても、ある程度スピード感を持って進めていかなくてはいけないという認識は持ちつつも、すみません、ちょっと優先順位という形で手をつけていないという状況でございます。

今、お話がありましたとおり、平常時につきますダストモニターにつきましては、現在の平常時の補足参考資料でとりあえず記載している内容を今、お話にも出ましたけれども、5Bq/m<sup>3</sup>というようなもの、そういったものを満たす形であれば、それ以上のとりあえず要求は現在していないということですので、とりあえずそれを満たすものを導入していただければ大丈夫だと思いますので、必ずしも先ほど申しました大気中の測定法シリーズの完成を待つ必要はないのかなとは思っておりますけれども、今、御要望いただきましたよう

に、必要な情報については早目、早目に出していきたいというふうに思っておりますので、よろしくお願い致します。

○伴委員 御指摘はごもっともで、ただ完全な形になるまでにそれだけの時間がかかってしまうということなので、それ以前にこちらとしての心づもりというか、それはあるわけですから、そこはやはり自治体との間で意見交換を密に行って、きちんと趣旨が伝わるようにしていくというのはやっぱり大事なことだと思います。

では、田上先生。

○田上グループリーダー ありがとうございます。

我々がこのように検討させていただいております放射能測定法シリーズというのは、非常に国際的にも十分認められるいい内容だというふうに思っているわけですが、残念ながらタイトルが今のところ全部日本語でございまして、引用しづらいという現状がございます。かつ、この放射能測定法シリーズというのを公定法だと我々は呼んでいるわけですが、一体どういうふうに呼んでいいのかというのが英語で表記したときにわからないというデメリットもございます。

ですので、できればこのタイトルの部分から放射能測定法シリーズというものの英文タイトルと、各シリーズの名称、今回であれば「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」のタイトルの英文名称をいただければなというふうに思います。もし、時間があれば、よろしくお願いいたします。

○小此木企画官 ありがとうございます。

国際的にも使われているということで、非常にうれしいところでございまして、実は規制庁になってから改訂したものについては、英訳をしていこうということにしております、現時点ではまだできているものが3冊です。

○中村技術参与 既に英訳して、この間のISOの会議でも報告しておりますので、3冊は英訳をいたしました。私はその英文もチェックしましたので。順番にやっていこうということで。

○小此木企画官 今回つくるゲルマニウムにつきましても、これから出すものにつき、英訳をつくっていこうと思っております。

今、ちょっと先生からお話がありました既存のタイトルを全部英訳すべきという話については、ちょっと検討させていただければなというふうに思いますので。

○二宮課長補佐 既存の3冊はもう既に英訳済みなんですけども、それについては規制庁

のホームページでも公開しておりますので、またご覧いただければと思います。

○伴委員 今、田上先生から御指摘があったのは、もちろん英訳は進めてほしいんだけど、やっぱりタイトルだけでも、要はタイトルのリスト、それが正式な英訳になっていると、それこそ海外に発信するときにこれだけあるんですよという言い方をできるので、それは大きなことじゃないかと思いますが。

○小此木企画官 はい。すみません、ちょっと私が、はい、英語をつくれますという状況ではないので、ちょっと検討させて、できれば前向きに検討したいとは思っておりますので、検討させていただければと思います。

○伴委員 ほか、よろしいでしょうか。

ありがとうございます。では、これぐらいにしまして、次回の予定等について、事務局から連絡をお願いします。

○長坂課長 次回、第12回の会合につきましては、来年の3月を予定しております。議題につきましては、事務局より改めて連絡をさせていただきますので、よろしく願いいたします。

○伴委員 では、そのようにお願いいたします。

では、以上で、本日の会合を閉会いたします。どうもありがとうございました。