

平成 31 年度
環境放射能分析研修事業
報告書

令和 2 年 3 月

公益財団法人 日本分析センター

本報告書は、原子力規制庁の「平成 31 年度原子力施設等防災対策等委託費（環境放射能分析研修）事業」による委託業務として、公益財団法人日本分析センターが実施した「環境放射能分析研修」の成果をとりまとめたものです。

目 次

はじめに	1
第1章 環境放射能分析研修の概要	2
第2章 各講座の実施状況	5
2.1 環境放射能分析及び測定	5
2.2 放射化学分析	6
2.3 放射線の人体影響概論	6
2.4 環境試料の採取及び前処理法	7
2.5 ゲルマニウム半導体検出器による測定法	8
2.6 放射性ストロンチウム分析法	9
2.7 トリチウム分析法	11
2.8 プルトニウム分析法	11
2.9 緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法	12
2.10 環境放射線モニタリングにおける被ばく線量評価法	13
2.11 環境ガンマ線量率測定法	14
2.12 ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法	15
第3章 確認試験の実施状況	17
3.1 ゲルマニウム半導体検出器による測定法（第1回）	18
3.2 ゲルマニウム半導体検出器による測定法（第2回）	19
3.3 ゲルマニウム半導体検出器による測定法（第3回）	19
3.4 放射性ストロンチウム分析法	20
3.5 総 評	20
第4章 各講座の満足度評価	28
4.1 受入れ	28
4.2 講義、実習等	31
4.3 今後新規開設を希望する講座	44

4.4	その他（全体的感想など）	46
第5章	講座充実化のための提案	53
5.1	ゲルマニウム半導体検出器による測定の基本操作を学ぶ 講座の開設	54
5.2	「放射化学分析」講座の内容拡充	54
5.3	分析・測定データの品質の保証	55
参考資料1	平成31年度研修講座実施日程	59
参考資料2	研修修了証明書	60
参考資料3	環境放射能分析研修レポート	61

はじめに

平成 23 年 3 月に発生した東京電力福島第一原子力発電所事故以降、各地方自治体において正確な放射能分析が実施できる人材育成の重要性は、より一層増している。このような状況を踏まえ、「原子力施設等防災対策等委託費（環境放射能分析研修）事業」（以下「本事業」という。）では、環境放射線（能）モニタリング等を行っている各都道府県の実務担当者を対象に、実習に重点をおいた技術研修を行い、各都道府県における環境放射能分析・測定に係る技術水準の維持・向上が図られている。

本事業では、環境放射能分析・測定において必要不可欠な知識の習得を目的とする「基礎」、実務に則した分析・測定手法の効率的・効果的な習得を目的とした「専門」の各研修コースを設け、各都道府県における環境放射線（能）モニタリングの実務に則した技術研修を実施している。

各講座では、分析・測定の現場を熟知した知識や実務経験の深い講師を登用し、「文部科学省/原子力規制庁 放射能測定法シリーズ」や原子力規制委員会が策定した「原子力災害対策指針」及びその改訂等を踏まえ、分析・測定作業の手順・要点を記すだけでなく、国内の技術水準に関する最新の動向なども取り入れた幅も深さもある質の高いテキストを作成し、実習については、講師の実地体験などを活用したフィールド作業を多く取り入れ、研修内容及び理解度の充実を図った。

なお、一部の講座では、一連の分析・測定行為の評価と放射能分析・測定技術の定着及び研修効果の確認を目的として、研修終了後に確認試験を実施した。

本研修を受講することで、各講座の受講生が放射能・放射線の知識の幅を広げ、深め、各職場に戻った後も腕を磨き、正確な分析・測定データを提供し続けるとともに、ゆくゆくは自身の知識と技術が後継者に伝達され、日本の放射能・放射線の分析・測定技術の発展に寄与されることを願ってやまない。

第1章 環境放射能分析研修の概要

平成31年度に実施した項目とその概要は、以下のとおりである。

A. 環境放射能分析の研修

環境放射能分析に関する「基礎」コース及び「専門」コースの各講座（12種18講座）を設け、環境放射線（能）モニタリングの実務に則した技術研修を行った。各研修講座の名称、日程、募集人数、受講者数を表1「平成31年度環境放射能分析研修講座一覧」に、都道府県ごとの受講者数を表2「都道府県ごとの受講者数」に示す。

なお、各講座の実施状況は、第2章に示す。

また、測定データの品質の保証の観点から、一連の分析・測定行為の評価と放射能分析・測定技術の定着及び研修効果の確認を目的とした確認試験を「ゲルマニウム半導体検出器を用いた測定法」及び「放射性ストロンチウム分析法」の2種4講座で実施した。これらの実施状況は、第3章に示す。

B. 教材の作成等

各講座で用いるテキストや解説資料などの使用教材は、「文部科学省/原子力規制庁放射能測定法シリーズ」や原子力規制委員会が策定した「原子力災害対策指針（平成30年10月1日及び令和元年7月3日一部改正）」を踏まえて作成した。

また、研修内容の見直しがあった場合や、受講生の要望、国内外の技術水準に関する最新の動向等の情報を取り入れる等、必要に応じて使用教材を改訂して記載内容を充実させ、受講生の理解度を高め、技術力の向上を図った。

表1 平成31年度環境放射能分析研修講座一覧

講座名		日数	日程	募集人数	受講者数	
基礎	1	環境放射能分析及び測定（第1回）	5	5/20～24	10	12
		環境放射能分析及び測定（第2回）	5	6/3～7	10	12
		環境放射能分析及び測定（第3回）	5	6/17～21	10	12
	2	放射化学分析	2	6/26～27	10	8
	3	放射線の人体影響概論（第1回）	1	10/29	10	11
		放射線の人体影響概論（第2回）	1	1/28	10	10
専門	4	環境試料の採取及び前処理法	4	4/23～26	8	9
	5	ゲルマニウム半導体検出器による測定法（第1回）	5	5/13～17	10	12
		ゲルマニウム半導体検出器による測定法（第2回）	5	8/5～9	10	10
		ゲルマニウム半導体検出器による測定法（第3回）	5	9/9～13	10	10
	6	放射性ストロンチウム分析法	9	7/1～11	6	7
	7	トリチウム分析法	4	7/30～8/2	8	8
	8	プルトニウム分析法	5	9/30～10/4	6	8
	9	緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法（第1回）	3	12/17～19	10	11
		緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法（第2回）	3	1/15～17	10	10
	10	環境放射線モニタリングにおける被ばく線量評価法	4	2/18～21	12	10
	11	環境ガンマ線量率測定法	5	12/2～6	10	12
	12	ゲルマニウム半導体検出器を用いたin-situ測定法	4	11/12～15	8	8
合計				168	180	

表2 都道府県ごとの受講者数

都道府県	受講者数	都道府県	受講者数
北海道	6	滋賀県	7
青森県	14	京都府	7
岩手県	3	大阪府	1
宮城県	3	兵庫県	0
秋田県	2	奈良県	2
山形県	5	和歌山県	1
福島県	33	鳥取県	4
茨城県	7	島根県	4
栃木県	0	岡山県	4
群馬県	1	広島県	2
埼玉県	3	山口県	2
千葉県	0	徳島県	2
東京都	2	香川県	1
神奈川県	2	愛媛県	6
新潟県	7	高知県	3
富山県	3	福岡県	2
石川県	5	佐賀県	9
福井県	2	長崎県	1
山梨県	1	熊本県	1
長野県	1	大分県	3
岐阜県	1	宮崎県	2
静岡県	5	鹿児島県	6
愛知県	1	沖縄県	1
三重県	2	合計	180

第2章 各講座の実施状況

ホームページ上で受講希望者を募り、先着順で申し込みを受け付けた。

研修初日に、テキスト、スケジュール表（カリキュラム）等を配布し、オリエンテーションとして、貸与品や情報セキュリティの説明を行った。

研修終了後、満足度の評価と改善のため、受講者に対してアンケート調査を実施した。なお、「ゲルマニウム半導体検出器による測定法」及び「放射性ストロンチウム分析法」研修受講者に対しては一連の分析・測定行為の評価と放射能分析・測定技術の定着及び研修効果の確認を目的とした確認試験を実施した。

各講座の実施概要は以下のとおり、実施日程は参考資料1のとおりである。

【基礎】コース

2.1 環境放射能分析及び測定

(1) 概要

放射線・放射能とは何か、どうやって測定するのか（基礎）から、どう活用できるのか（応用）まで幅広い知識を身につける講座である。

環境放射線（能）モニタリングを実施する上で必要な、より実践的な環境放射線測定及び環境放射能分析に関する基礎知識を身につけ、前処理・分析・測定の実習を通じて技術的な手法等の習得を目的とした。

また、緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーについても技術的な手法等を教授した。

(2) 対象者

環境放射線（能）モニタリングの初任者または未経験者

(3) 実施期間及び受講者数（カッコ内は受講者所属都道府県）

- 第1回 令和元年5月20日（月）～24日（金） 12名
（北海道、青森県、山形県、福島県、新潟県、静岡県、京都府、和歌山県、島根県、長崎県、鹿児島県、沖縄県）
- 第2回 令和元年6月3日（月）～7日（金） 12名
（青森県、岩手県、宮城県、福島県、岐阜県、京都府、鳥取県、岡山県、愛媛県、高知県、佐賀県、鹿児島県）
- 第3回 令和元年6月17日（月）～21日（金） 12名
（青森県、山形県、福島県、愛知県、滋賀県、大阪府、広島県、山口県、徳島県、佐賀県、宮崎県、鹿児島県）

(4) カリキュラム

	午 前		午 後	
第1日	講義 放射線と放射能	講義 環境 γ 線量測定法	実習 環境 γ 線量測定法	講義 緊急時の環境 γ 線量測定
第2日	講義 放射化学分析法概論		講義・実習 放射化学分析法紹介(緊急時における迅速法を含む)	
第3日	講義・実習 低バックグラウンド β 線測定		講義・実習 環境試料の採取及び前処理法	
第4日	講義・実習 α 線スペクトロメトリー		講義・実習 液体シンチレーション測定法	
第5日	講義 γ 線スペクトロメトリー		実習 市販プログラムによる γ 線スペクトル解析	

2.2 放射化学分析

(1) 概要

放射化学とは何か、なぜ放射化学分析を行うのかを主眼にして、放射性物質とその性質をわかりやすく解説するとともに、放射性物質から放出される放射線の検出と測定の方法、放射化学分析法の応用について講義を行った。

(2) 対象者

環境放射線（能）モニタリングの担当者（初任者または未経験者を含む）

(3) 実施期間及び受講者数

令和元年6月26日（水）～27日（木）

8名

（青森県、山形県、福島県、茨城県、東京都、石川県、京都府、佐賀県）

(4) カリキュラム

	午 前		午 後	
第1日	講義 放射性物質とその性質	講義 放射線と物質の相互作用	講義 放射化学分析への応用	講義 医学薬学領域への応用
第2日	講義 環境科学への応用、放射化学の現代社会への関わり			

2.3 放射線の人体影響概論

(1) 概要

放射線生物作用の基礎、人体への影響（急性障害、非がん疾病、がん、遺伝的影響等）、胎内被ばく、内部被ばく、生物学的線量評価、線量限度と放射

線防護、低線量被ばくの影響等、放射線の人体影響に関する基礎的事項について医学・生物学的観点から教授した。

なお、「環境放射線モニタリングにおける線量評価法」講座の受講希望者には、本講座を事前に受講することを推奨した。

(2) 対象者

環境放射線（能）モニタリングの担当者（初任者または未経験者を含む）
環境放射線（能）モニタリングの管理監督者

(3) 実施期間及び受講者数

第1回 令和元年10月29日（火） 11名
（青森県（2）、岩手県、福島県（2）、埼玉県、三重県、滋賀県、岡山県、佐賀県、鹿児島県）

第2回 令和2年1月28日（火） 10名
（青森県、福島県（4）、茨城県、長野県、滋賀県、奈良県、大分県）

(4) カリキュラム

	午 前		午 後		
第1日	講義 放射線生物影響の基礎、放射線の人体への影響、放射線の確定的影響（急性障害）	講義 放射線の確定的影響（晩発障害：非がん疾病）、放射線の確率的影響（発がん）（遺伝的影響）、胎内被ばく	講義 内部被ばく、生物学的線量評価	講義 放射線防護と線量限度	講義 低線量放射線被ばくの影響

【専門】コース

2.4 環境試料の採取及び前処理法

(1) 概要

環境放射線（能）モニタリングを実施する上で必要な試料採取の考え方及び測定に適切な試料の前処理法を身につけ、試料の採取や前処理の実習を通じて技術的な手法等の習得を目的とした。

実習では、実際に陸水、海水、海産生物及び野菜を用いて、前処理から測定試料作製までの一連の操作を行った。また、緊急時を想定した、目的に応じた迅速な試料の前処理や測定試料の作製方法及び試料相互の汚染防止方法についても実習を行った。

(2) 対象者

環境放射線（能）モニタリングの担当者

(3) 実施期間及び受講者数

平成 31 年 4 月 23 日（火）～26 日（金） 9 名
 （青森県、福島県（3）、富山県、滋賀県、奈良県、高知県、佐賀県）

(4) カリキュラム

	午 前		午 後	
第 1 日	講義 環境試料の採取と前処理 法	講義 不確かさの求 め方	実習 陸水①（サンプリング）、海水①（サンプリング、AMP 処理）、海産生物①（魚の分割処理、乾燥）、野菜①（洗浄、前処理、乾燥）	
第 2 日	実習 海産生物②（灰化）、野菜②（灰化）、 海水②（AMP デカンテーションマウント ー乾燥）、陸水②（蒸発濃縮）		実習 海水③（MnO ₂ 吸着）、陸水③（蒸発濃縮）、緊急時	
第 3 日	実習 海水④（マウント、乾燥）、陸水④（蒸発 濃縮、乾燥）		実習 陸水⑤（乾固（測定試料調製）、海水⑤（測定試 料調製）、土試料（説明）	
第 4 日	実習 海産生物③（灰出し、ふるい分け）、 野菜③（灰出し、ふるい分け）		実習 海産生物④（灰出し、ふる い分け）、野菜④（灰出し、 ふるい分け）	

2.5 ゲルマニウム半導体検出器による測定法

(1) 概要

環境試料中のガンマ線放出核種の定量に必要なガンマ線スペクトロメトリー
 の基礎知識を学習するとともに、高度な技術的手法等の習得を目的として、
 測定試料の調製、機器調整、エネルギー校正、スペクトル解析等の演習及び
 実習を行った。

さらに、緊急時に環境試料の調製及び放射能測定を迅速に行う上で必要な
 専門的知識を身につけ、技術的手法等を習得するため、緊急時スペクトルの
 解析等の実習を行った。

なお、スペクトル解析実習では、単なるプログラムの操作方法ではなく、
 解析の内部ロジックを理解することを目的として、汎用の表計算ソフト上で
 データ解析を行う方式とした。さらに、実際の業務に即した形として、市販
 のガンマ線スペクトル解析プログラムを用いた実習も併せて行った。

また、研修成果の確認として、講座終了後に値付した測定試料（土壌）を
 送付し、受講者の所属機関にてガンマ線スペクトロメトリーの確認試験を行
 った。

(2) 対象者

環境放射線（能）モニタリングの担当者

(3) 実施期間及び受講者数

- 第1回 令和元年5月13日（月）～17日（金） 12名
（秋田県、福島県（2）、東京都、富山県、石川県、京都府、広島県、徳島県、福岡県、佐賀県、熊本県）
- 第2回 令和元年8月5日（月）～9日（金） 10名
（青森県、岩手県、山形県、福島県（2）、富山県、静岡県、島根県、愛媛県、佐賀県）
- 第3回 令和元年9月9日（月）～13日（金） 10名
（北海道、青森県、福島県、茨城県、埼玉県、新潟県、滋賀県、福岡県、佐賀県、大分県）

(4) カリキュラム

	午 前	午 後
第1日	講義 γ線スペクトロメトリーの基礎	講義 γ線スペクトロメトリーの基礎（つづき）
第2日	実習 測定試料の調製（灰試料、土試料等）	実習 機器の調整（高電圧の印加、波形の調整、エネルギー校正）
第3日	実習 スペクトル解析実習①	実習 スペクトル解析実習②
第4日	実習 市販ソフトウェアによるスペクトル解析①	実習 市販ソフトウェアによるスペクトル解析②
第5日	講義 緊急時におけるガンマ線スペクトル解析の実際	実習 不確かさの具体的算出

2.6 放射性ストロンチウム分析法

(1) 概要

環境試料の放射性ストロンチウム分析法の基礎となる放射化学分析法等を習得するとともに、化学分離、ベータ線測定、測定データの解析等の実習を通じて技術的な手法等の習得を目的とした。

実習では、実際の環境試料（前処理済みの灰試料及び土壌試料）を用いて、酸分解・酸抽出、沈殿分離、イオン交換分離、測定試料の調製並びに低バックグラウンドβ線測定装置による測定までの一連の操作を行った。

なお、研修成果の確認として、講座終了後に値付した分析試料（灰）を送

付し、受講者の所属機関にてストロンチウム 90 分析の確認試験を行った。

(2) 対象者

環境放射線（能）モニタリングの担当者

(3) 実施期間及び受講者数

令和元年 7 月 1 日（月）～11 日（木） 7 名

（北海道、福島県、茨城県、石川県、静岡県、鳥取県、鹿児島県）

(4) カリキュラム

	午 前		午 後	
第 1 日	実習 (灰、灰 _s) 試料秤量、酸分解 (土、土 _s) 試料秤量、500℃加熱		実習 (灰、 灰 _s) 酸分解	講義 放射化学分 析法概論 実習 (灰、 灰 _s) 酸分解 講義 放射性ストロン チウム分析法解 説
第 2 日	実習 (灰) 酸抽出、ろ過、炭酸塩沈殿生成 (土、土 _s) 酸浸出		実習 (灰) 遠心分離、シュウ酸塩沈殿生成、ろ過、600℃ 加熱 (土)ろ過、(土 _s)ろ過—メスフラスコ	
第 3 日	実習 (灰) 塩酸溶解、蒸発乾固、樹脂調製 (土) 炭酸塩生成		実習 (灰) 塩酸(1+23)溶解、ろ過、樹脂カラム作製、試料 吸着	
第 4 日	実習 (灰) Ca 溶出、G4 フィルター酸洗浄 (土) ①シュウ酸塩沈殿生成 ②シュウ酸塩沈殿再捕集		実習 (灰) Sr 溶離、G4 フィルター洗浄-乾燥、溶離液蒸発 乾固 (土) ③シュウ酸塩沈殿再沈	
第 5 日	実習 (灰) 硝酸乾固、カラ ム再生	講義 安定元素の分析 方法	実習 (灰) G4 フィルター秤量、スカベンジング、炭酸塩、 105℃乾燥 (土) シュウ酸塩沈殿ろ過、600℃加熱	
第 6 日	実習 (灰) 炭酸ストロンチウム秤量、塩酸溶解 (灰 _s) 酸抽出-ろ過-メスフラスコ		講義 ストロンチ ウムの迅速 分析法	実習 (灰 _s 、土 _s) ICP-AES[Sr] 試料希釈、 測定 (灰) 化学回収率計算 (土) 塩酸溶解
第 7 日	実習 (灰 _s) ICP-AES [Ca] 試料希釈、測定		実習 (灰 _s) ICP-AES [Ca] 試料希釈、測定	
第 8 日	実習 (灰) ミルキング		講義 低バックグラウンドβ線測定法 ストロンチウム 89 の測定法	実習 放射能濃度の計 算方法
第 9 日	講義・実習 不確かさの 求め方	実習 放射能測定データ の解析、データ整理	総評	

(灰) と (土) は放射能分析を、(灰_s) と (土_s) は安定元素分析を示す。

2.7 トリチウム分析法

(1) 概要

液体シンチレーション測定装置の基礎、環境試料中のトリチウム濃度範囲を習得するとともに、試料の調製、測定、測定データの解析等の実習を通じて技術的な手法等の習得を目的とした。

実習では、水試料の蒸留や生物試料の乾式分解、還流等の前処理、乳化シンチレータ添加による測定試料の調製並びに液体シンチレーションカウンタによる測定までの一連の操作を行った。

また、大気中トリチウムの採取方法の紹介やトリチウムを濃縮する操作である電解濃縮の実習も行った。

(2) 対象者

環境放射線（能）モニタリングの担当者

(3) 実施期間及び受講者数

令和元年7月30日（火）～8月2日（金） 8名

（青森県、宮城県、福島県、新潟県、石川県、京都府、鳥取県、山口県）

(4) カリキュラム

	午 前	午 後		
第1日	講義 トリチウム分析法概論（迅速分析法含む）	実習 実習計画の説明、減圧蒸留と測定試料の調製、効率測定用標準線源の調製、電解濃縮法の開始、大気中トリチウムサンプラーの始動		
第2日	実習 燃焼、還流、測定条件の設定①	実習 測定条件の設定②、クエンチング補正曲線の作成		
第3日	実習 還流後の常圧蒸留、電解濃縮法の終了	実習 測定試料の調製 (迅速分析法)	講義 不確かさの求め方	実習 測定試料の調製 (迅速分析法)
第4日	実習 大気中トリチウムサンプラーの停止、UV測定、測定データの解析	実習 午前の続き	講義 被ばく線量評価	

2.8 プルトニウム分析法

(1) 概要

放射化学分析による環境試料中のプルトニウムの分離・精製、アルファ線スペクトロメトリー等の技術的な手法等の習得を目的とした。

実習では、環境試料（前処理済みの土壌試料）を用いて、酸抽出、イオン交換分離、測定試料の調製及びアルファ線計測の一連の操作を行った。

また、緊急時を想定し、ICP-MS 測定を用いたプルトニウムの迅速分析法についても実習を行い、緊急時に必要な分析操作等の習得も行った。

(2) 対象者

環境放射線（能）モニタリングの担当者

(3) 実施期間及び受講者数

令和元年 9 月 30 日（月）～10 月 4 日（金） 8 名

（青森県、福島県（3）、茨城県、石川県、静岡県、愛媛県）

(4) カリキュラム

	午 前		午 後	
第 1 日	講義 (通常)：分析法概論 (迅速)：分析法概論	実習 (通常)：サンプリング、加熱処理 (迅速)：サンプリング、M.W 抽出	実習 (通常)：酸抽出 (迅速)：蒸発濃色、価数調整、ろ過	
第 2 日	実習 (通常)：ろ過、濃縮 (迅速)：イオン交換分離（硝酸系）		実習 (通常)：濃縮、価数調整 (迅速)：イオン交換分離（硝酸系）	
第 3 日	実習 (通常)：イオン交換分離（硝酸系） (迅速)：イオン交換分離（酢酸系）		講義 α 線スペクトロメトリ ー概論	講義 ICP-MS 測定概論
第 4 日	実習 (通常)：蒸発乾固 (迅速)：蒸発乾固、測定溶液の調製		実習 (通常)：電着、 α 線測定開始 (迅速)：ICP-MS 測定	
第 5 日	講義 不確かさの求め方概論	講義 (迅速)：結果の講評	講義 (通常)：結果の講評	

M.W：マイクロウェーブ

2.9 緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法

(1) 概要

チェルノブイリ原子力発電所事故や東京電力福島第一原子力発電所事故時のガンマ線スペクトルを参考に、平常時のみならず、緊急時におけるガンマ線スペクトルの解析に特化した技術的な手法等の習得を目的とした。

実習には、標準線源を用いた校正から事故後に実際に測定されたスペクトルを用いた核種の判定までを含み、校正から実スペクトルの解析までの手順を体験できる構成とした。

なお、解析の内部ロジックを理解することを主目的とし、市販のガンマ線解析プログラムを使用せずに、汎用の表計算ソフト上でスペクトル解析を行った。

(2) 対象者

ガンマ線スペクトロメトリー担当者（経験1年以上）

(3) 実施期間及び受講者数

第1回 令和元年12月17日（火）～19日（木） 11名
（北海道、宮城県、山形県、福島県、群馬県、神奈川県、新潟県、
岡山県、高知県、宮崎県、鹿児島県）

第2回 令和2年1月15日（水）～17日（金） 10名
（秋田県、福島県（2）、茨城県、埼玉県、福井県、京都府、愛媛
県（2）、大分県）

(4) カリキュラム

	午 前		午 後
第1日	講義 ガンマ線測定の基礎	講義 ガンマ線スペ クトロメトリ ー概論	講義 ガンマ線スペクトロメトリー概論（午前のつづき）
第2日	実習 緊急時におけるスペクトル解析実習①		実習 緊急時におけるスペクトル解析実習②
第3日	実習 緊急時におけるスペクトル解析実習③		講義 緊急時におけるガンマ線スペクトルの実際

2.10 環境放射線モニタリングにおける被ばく線量評価法

(1) 概要

環境放射線（能）モニタリングの基本目標の一つである公衆の被ばく線量を推定し、評価する方法について、講義及び演習を通じての習得を目的とした。

また、緊急時における、公衆の被ばく線量を評価するための技術的手法を教授した。

なお、本講座は原則として「放射線の人体影響概論」講座の修了者を対象とした。

(2) 対象者

環境放射線（能）モニタリングの担当者
環境放射線（能）モニタリングの管理監督者

(3) 実施期間及び受講者数

令和2年2月18日（火）～21日（金）

10名

（北海道、福島県（2）、新潟県、山梨県、三重県、滋賀県、京都府、鳥取県、香川県）

(4) カリキュラム

	午 前	午 後
第1日	講義・演習 放射性核種とモニタリング	講義・演習 大気・陸圏の放射性核種の挙動
第2日	講義・演習 水圏の放射性核種の挙動	講義・演習 内部被ばく線量推定
第3日	講義・演習 リスクコミュニケーション	講義・演習 外部被ばく線量推定
第4日	講義・演習 線量評価の実際	講義・演習 線量評価の実際（つづき）

2.11 環境ガンマ線量率測定法

(1) 概要

環境ガンマ線計測の基本的原理とその計測法、測定上の留意点等の他、NaI モニタによる連続測定、in-situ 測定、各種線量計の特性試験等の実習を通じた技術的な手法等の習得を目的とした。

(2) 対象者

環境放射線（能）モニタリングの担当者

(3) 実施期間及び受講者数

令和元年12月2日（月）～6日（金）

12名

（北海道、青森県、福島県（3）、神奈川県、新潟県、滋賀県、島根県、岡山県、愛媛県、佐賀県）

(4) カリキュラム

	午 前		午 後	
第1日	講義 環境放射線モニタリング	講義 環境γ線量率測定	講義 環境γ線量率測定	実習 遮へい、距離、散乱線
第2日	実習 測定器、機器構成、機器調整	実習 各種線量計によるin-situ測定	実習 各種線量計によるin-situ測定（つづき）	
第3日	実習 特性試験（変動、エネルギー特性、線量率特性、方向特性、温度特性）		実習 特性試験（変動、エネルギー特性、線量率特性、方向特性、温度特性）（つづき）	

第4日	実習 連続測定データの評価	講義 走行サーベイ	実習 走行サーベイ
第5日	実習 表面汚染測定	講義 ダストモニタ 等紹介	講義 人工放射性核種寄 与分の弁別 空間線量率測定の実際と外 部被ばく線量評価

2.12 ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法

(1) 概要

地面に沈着した放射性物質の濃度及び測定場所における地面から1mの高さの空間線量率を精度よく測定する機器として使用されている可搬型ゲルマニウム半導体検出器について、機器の取扱い、機器調整、各種校正手法、測定データの解析方法の習得を目的とした。

(2) 対象者

ガンマ線スペクトロメトリー担当者または放射線測定担当者（経験1年以上）

(3) 実施期間及び受講者数

令和元年11月12日（火）～15日（金） 8名
（青森県、福島県（2）、茨城県、新潟県、福井県、静岡県、島根県）

(4) カリキュラム

	午 前	午 後	
第1日	講義 可搬型 Ge 半導体検出器を用いた in-situ 測定法	実習 機器調整	
第2日	実習 スクレーパープレートによる土壌採取①	実習 スクレーパープレート による土壌採取②	実習 採取試料の調製
第3日	実習 in-situ 測定	実習 データ解析（ β 値算出、in-situ 測定結果解析）	
第4日	実習 福島第一原子力発電所事故における in-situ 測定法活用例		

全カリキュラムを受講した方については、「研修修了証明書」（様式：参考資料2）を授与した。

研修の様子（参考）



講義



試料採取



化学分離



線量サーベイ

第3章 確認試験の実施状況

環境放射線（能）モニタリングの指針となる「平常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）」（原子力規制庁監視情報課）の「4-2 品質保証」では、平常時モニタリングにおける品質保証の目的は、得られたデータの品質が客観的にみて、適切なレベルに維持されていることを保証することであるとされている。また、放射性物質の濃度の測定データについては、ISO/IEC17025 の考え方に沿って品質を保証することが望ましく、そのためには、試料の採取からデータの評価に至る一連の行為のすべての段階が適切であることが求められている。単に分析・測定装置があり職員がいるだけではなく、組織体制、分析環境の整備と職員の教育及び訓練を含めた組織のマネジメントシステムが機能してようやくデータの品質が保証されることになる。

ISO/IEC17025 では、教育訓練等の有効性を評価することも重要とされている。本事業では、受講者に対して分析・測定に関する知識と技術を提供するだけではなく、受講者が研修を受講したことによる効果の有効性を評価するために、一部の講座で確認試験を実施した。確認試験を実施した講座は、「ゲルマニウム半導体検出器による測定法」及び「放射性ストロンチウム分析法」である。

各講座終了後に値付けした分析・測定用の試料を各講座受講者に送付し、所属機関にてガンマ線測定もしくはストロンチウム90分析を行っていただいた。

判定基準は、ISO/IEC17043：2010(JIS Q 17043:2011)のB.3 パフォーマンスの統計計算に記載された統計手法のうち、 En 数を指標とする評価を行った。B.4 パフォーマンスの評価に記載された評価基準に従い分析結果の評価を行い、 $|En \text{ 数}| \leq 1.0$ の場合は「満足」、 $|En \text{ 数}| > 1.0$ の場合は「不満足（対策が必要）」とした。

なお、「不満足（対策が必要）」となった場合は、原因究明と対応（技術支援）を実施した。

試験に供した試料の詳細は以下のとおりである。

① ゲルマニウム半導体検出器による測定法用

福島県で採取した土壌をピンミル粉砕機で粉砕、0.15 mm のふるいで分級した試料をサイコロ混合器にて均質化した。

U-8 容器に高さ 5cm になるように充填して密封し、均質性試験で合格（ガンマ線スペクトロメトリーにより K-40 が変動係数 4%以内、蛍光 X 線分析により Ca、



K、Si 及び Fe が変動係数 3%以内) したことを確認後、測定試料とした。
基準日は、2019 年 5 月 31 日とした。

② 放射性ストロンチウム分析法用

徳島県で採取した杉葉を 450℃で灰化し、乳鉢で粉砕、355 μm のふるいで分級した試料を攪翼式混合機にて均質化した。

ポリ容器に 12g 充填し、均質性試験で合格(放射化学分析により Sr-90 が変動係数 8%以内、元素分析により Ca 及び Sr が変動係数 2%以内、蛍光 X 線分析により Mg、Si、P、S、Cl、K、Ca、Fe 及び Sr が変動係数 3%以内) したことを確認後、分析試料とした。

基準日は、2019 年 1 月 1 日とした。



3.1 ゲルマニウム半導体検出器による測定法 (第 1 回)

(1) 実施期間及び参加者数

試料配付 令和元年 7 月 16 日 (火)

報告期限 令和元年 9 月 20 日 (金)

実施者数 12 名

(秋田県、福島県 (2)、東京都、富山県、石川県、京都府、
広島県、徳島県、福岡県、佐賀県、熊本県)

(2) 判定基準 対象核種 (Cs-134、Cs-137 及び K-40) について、不確かさに基づく $|En \text{ 数}|$ が 1.0 以下であること

(3) 評価結果

評価結果は、表 3 のとおり (試料番号は順不同)

「満足」11 名 「不満足 (Cs-134 及び Cs-137)」1 名

(4) 技術支援

「不満足 (Cs-134 及び Cs-137)」の 1 名に対し、再測定を依頼したが、再測定の結果も報告値同様に「不満足 (Cs-134 及び Cs-137)」となった。

解析時のパラメータを確認したところ、試料情報設定の試料材質がデフォルトの「該当なし (自己吸収補正なし)」となっていたため、「土壌・海底土」として試料密度を入力して再解析していただいたところ、3 核種すべてが「満足」となった。(表 4)

「不満足 (Cs-134 及び Cs-137)」となった原因は、設定の違いによるものであった。

3.2 ゲルマニウム半導体検出器による測定法（第2回）

(1) 実施期間及び参加者数

試料配付 令和元年8月20日（火）

報告期限 令和元年10月25日（金）

実施者数 10名

（青森県、岩手県、山形県、福島県（2）、富山県、静岡県、島根県、愛媛県、佐賀県）

(2) 判定基準 対象核種（Cs-134、Cs-137 及び K-40）について、不確かさに基づく $|En \text{ 数}|$ が 1.0 以下であること

(3) 評価結果

評価結果は、表5のとおり（試料番号は順不同）

「満足」9名 「不満足（Cs-134）」1名

(4) 技術支援

「不満足（Cs-134）」の1名に対し、再測定を依頼したが、再測定の結果も報告値同様に「不満足（Cs-134）」となった。

解析時のパラメータを確認したところ、第1回のケース同様、試料情報設定の試料材質がデフォルトの「該当なし（自己吸収補正なし）」となっていたため、「土壌・海底土」として試料密度を入力して再解析していただいたところ、3核種全てが「満足」となった。（表6）

「不満足（Cs-134）」となった原因は、設定の違いによるものであった。

3.3 ゲルマニウム半導体検出器による測定法（第3回）

(1) 実施期間及び参加者数

試料配付 令和元年9月17日（火）

報告期限 令和元年11月22日（金）

実施者数 10名

（北海道、青森県、福島県、茨城県、埼玉県、新潟県、滋賀県、福岡県、佐賀県、大分県）

(2) 判定基準 対象核種（Cs-134、Cs-137 及び K-40）について、不確かさに基づく $|En \text{ 数}|$ が 1.0 以下であること

(3) 評価結果

評価結果は、表7のとおり（試料番号は順不同）

「満足」9名 「不満足（Cs-137 及び Cs-134）」1名

(4) 技術支援

「不満足（Cs-134 及び Cs-137）」の1名に対し、再測定を依頼したが、

再測定の結果も報告値同様に「不満足 (Cs-134 及び Cs-137)」となった。

解析時のパラメータを確認したところ、第 1 回及び第 2 回のケースと同様、試料情報設定の試料材質がデフォルトの「該当なし (自己吸収補正なし)」となっていたため、「土壌・海底土」として試料密度を入力して再解析していただいたところ、3 核種全てが「満足」となった。(表 8)

「不満足 (Cs-134 及び Cs-137)」となった原因は、設定の違いによるものであった。

3.4 放射性ストロンチウム分析法

(1) 実施期間及び参加者数

試料配付 令和元年 7 月 16 日 (火)

報告期限 令和元年 10 月 31 日 (木)

実施者数 7 名

(北海道、福島県、茨城県、石川県、静岡県、鳥取県、鹿児島県)

(2) 判定基準 対象核種 (Sr-90) について、不確かさに基づく En 数が 1.0 以下であること

(3) 評価結果

評価結果は、表 9 のとおり (試料番号は順不同)

「満足」7 名

(4) 技術支援

「不満足」に該当する者がいなかったため、技術支援は実施しなかった。

3.5 総評

確認試験を受けた 39 名中、36 名の評価が「満足」となった。残り 3 名については、評価が「不満足」となったが、不適切な機器の校正や試料の取り扱いなどではなく試料情報設定の違いであり、解析時に試料材質 (母材) を注意深く確認することで防げる問題である。技術支援の結果、「満足」となった。

4 講座の受講者は総じて、一連の分析・測定行為が正しく行われ、また、研修内容もきちんと理解され、通常業務に支障ないレベルに達していると考えられる。

表3 評価結果【報告】 ゲルマニウム半導体検出器による測定法（第1回）

上段：報告値/下段：付与値

試料番号 PTG2019-	Cs-134			Cs-137			K-40		
	Bq/kg	En数	判定	Bq/kg	En数	判定	Bq/kg	En数	判定
1-1	53.6 ± 10.8	-0.6	満足	810 ± 95	-0.2	満足	457 ± 109	-0.4	満足
	60.4 ± 1.9			830 ± 83			504 ± 18		
1-2	56.4 ± 3.3	-0.0	満足	765 ± 43	0.0	満足	508 ± 29	0.5	満足
	56.5 ± 1.9			765 ± 76			491 ± 18		
1-3	82.3 ± 8.6	-0.1	満足	1120 ± 88	-0.0	満足	473 ± 50	-0.3	満足
	82.8 ± 2.2			1125 ± 110			491 ± 18		
1-4	57.4 ± 6.8	-0.2	満足	802 ± 93	0.0	満足	497 ± 60	0.0	満足
	59.2 ± 6.2			798 ± 80			495 ± 53		
1-5	52.7 ± 5.5	-0.2	満足	728 ± 74	0.0	満足	488 ± 52	-0.1	満足
	54.1 ± 1.8			725 ± 72			491 ± 18		
1-6	56.7 ± 5.6	-0.1	満足	766 ± 73	-0.2	満足	482 ± 49	0.0	満足
	57.1 ± 1.9			784 ± 78			481 ± 18		
1-7	57.9 ± 6.0	-0.2	満足	786 ± 86	-0.1	満足	493 ± 56	0.0	満足
	58.9 ± 1.9			799 ± 80			491 ± 18		
1-8	58.7 ± 6.1	-0.2	満足	797 ± 80	-0.2	満足	480 ± 49	-0.4	満足
	59.9 ± 1.9			820 ± 82			500 ± 18		
1-9	54.0 ± 6.4	-0.7	満足	739 ± 85	-0.2	満足	485 ± 59	-0.2	満足
	58.9 ± 1.9			762 ± 76			497 ± 18		
1-10	54.8 ± 6.4	-0.5	満足	737 ± 85	-0.5	満足	479 ± 57	-0.3	満足
	57.9 ± 1.9			793 ± 80			497 ± 18		
1-11	55.5 ± 6.5	-1.4	不満足	739 ± 84	-1.1	不満足	445 ± 52	-1.0	満足
	65.2 ± 2.0		873 ± 87	501 ± 18					
1-11 (再測定)	54.4 ± 6.4	-1.6	不満足	729 ± 83	-1.2	不満足	457 ± 54	-0.8	満足
	65.2 ± 2.0		873 ± 87	501 ± 18					
1-12	56.5 ± 5.2	-0.2	満足	773 ± 67	-0.0	満足	494 ± 46	0.1	満足
	57.5 ± 1.9			776 ± 78			489 ± 18		

* 誤差は拡張不確かさを示す(k=2)。

表4 評価結果【技術支援後】 ゲルマニウム半導体検出器による測定法（第1回）

上段：報告値/下段：付与値

試料番号 PTG2019-	Cs-134			Cs-137			K-40		
	Bq/kg	En数	判定	Bq/kg	En数	判定	Bq/kg	En数	判定
1-1	53.6 ± 10.8	-0.6	満足	810 ± 95	-0.2	満足	457 ± 109	-0.4	満足
	60.4 ± 1.9			830 ± 83			504 ± 18		
1-2	56.4 ± 3.3	-0.0	満足	765 ± 43	0.0	満足	508 ± 29	0.5	満足
	56.5 ± 1.9			765 ± 76			491 ± 18		
1-3	82.3 ± 8.6	-0.1	満足	1120 ± 88	-0.0	満足	473 ± 50	-0.3	満足
	82.8 ± 2.2			1125 ± 110			491 ± 18		
1-4	57.4 ± 6.8	-0.2	満足	802 ± 93	0.0	満足	497 ± 60	0.0	満足
	59.2 ± 6.2			798 ± 80			495 ± 53		
1-5	52.7 ± 5.5	-0.2	満足	728 ± 74	0.0	満足	488 ± 52	-0.1	満足
	54.1 ± 1.8			725 ± 72			491 ± 18		
1-6	56.7 ± 5.6	-0.1	満足	766 ± 73	-0.2	満足	482 ± 49	0.0	満足
	57.1 ± 1.9			784 ± 78			481 ± 18		
1-7	57.9 ± 6.0	-0.2	満足	786 ± 86	-0.1	満足	493 ± 56	0.0	満足
	58.9 ± 1.9			799 ± 80			491 ± 18		
1-8	58.7 ± 6.1	-0.2	満足	797 ± 80	-0.2	満足	480 ± 49	-0.4	満足
	59.9 ± 1.9			820 ± 82			500 ± 18		
1-9	54.0 ± 6.4	-0.7	満足	739 ± 85	-0.2	満足	485 ± 59	-0.2	満足
	58.9 ± 1.9			762 ± 76			497 ± 18		
1-10	54.8 ± 6.4	-0.5	満足	737 ± 85	-0.5	満足	479 ± 57	-0.3	満足
	57.9 ± 1.9			793 ± 80			497 ± 18		
1-11	65.1 ± 7.6	-0.0	満足	865 ± 99	-0.1	満足	501 ± 60	0	満足
	65.2 ± 2.0			873 ± 87			501 ± 18		
1-12	56.5 ± 5.2	-0.2	満足	773 ± 67	-0.0	満足	494 ± 46	0.1	満足
	57.5 ± 1.9			776 ± 78			489 ± 18		

*誤差は拡張不確かさを示す(k=2)。

表5 評価結果【報告】 ゲルマニウム半導体検出器による測定法（第2回）

上段：報告値/下段：付与値

試料番号 PTG2019-	Cs-134			Cs-137			K-40		
	Bq/kg	En数	判定	Bq/kg	En数	判定	Bq/kg	En数	判定
2-1	54.1 ± 6.6	0.2	満足	734 ± 88	-0.0	満足	497 ± 61	0.0	満足
	52.9 ± 1.9			739 ± 74			496 ± 18		
2-2	57.6 ± 9.8	0.1	満足	772 ± 87	0.2	満足	542 ± 102	0.4	満足
	56.7 ± 1.9			746 ± 74			496 ± 19		
2-3	54.3 ± 5.2	-0.3	満足	718 ± 64	-0.3	満足	476 ± 48	0.2	満足
	56.2 ± 1.9			748 ± 75			467 ± 18		
2-4	53.7 ± 6.6	-0.1	満足	733 ± 86	0.0	満足	471 ± 59	-0.6	満足
	54.5 ± 1.9			728 ± 73			506 ± 18		
2-5	53.8 ± 6.4	-0.2	満足	746 ± 66	0.1	満足	487 ± 64	0	満足
	55.0 ± 1.9			741 ± 74			487 ± 18		
2-6	53.8 ± 5.6	-0.4	満足	748 ± 76	0.0	満足	510 ± 54	0.1	満足
	56.3 ± 1.9			747 ± 75			507 ± 18		
2-7	58.1 ± 6.3	0.1	満足	811 ± 86	0.1	満足	496 ± 55	0.1	満足
	57.7 ± 1.9			797 ± 80			489 ± 18		
2-8	51.0 ± 5.0	-0.3	満足	692 ± 67	-0.2	満足	498 ± 50	-0.0	満足
	52.8 ± 1.8			712 ± 71			499 ± 18		
2-9	53.4 ± 7.3	-0.3	満足	737 ± 99	-0.2	満足	485 ± 67	-0.1	満足
	55.4 ± 1.9			758 ± 76			490 ± 19		
2-10	48.8 ± 5.7	-1.3	不満足	647 ± 74	-1.0	満足	448 ± 53	-0.9	満足
	56.7 ± 1.9		750 ± 75	497 ± 18					
2-10 (再測定)	48.2 ± 5.7	-1.4	不満足	647 ± 74	-1.0	満足	455 ± 54	-0.7	満足
	56.7 ± 1.9		750 ± 75	497 ± 18					

*誤差は拡張不確かさを示す(k=2)。

表6 評価結果【技術支援後】 ゲルマニウム半導体検出器による測定法（第2回）

上段：報告値/下段：付与値

試料番号 PTG2019-	Cs-134			Cs-137			K-40		
	Bq/kg	En数	判定	Bq/kg	En数	判定	Bq/kg	En数	判定
2-1	54.1 ± 6.6	0.2	満足	734 ± 88	-0.0	満足	497 ± 61	0.0	満足
	52.9 ± 1.9			739 ± 74			496 ± 18		
2-2	57.6 ± 9.8	0.1	満足	772 ± 87	0.2	満足	542 ± 102	0.4	満足
	56.7 ± 1.9			746 ± 74			496 ± 19		
2-3	54.3 ± 5.2	-0.3	満足	718 ± 64	-0.3	満足	476 ± 48	0.2	満足
	56.2 ± 1.9			748 ± 75			467 ± 18		
2-4	53.7 ± 6.6	-0.1	満足	733 ± 86	0.0	満足	471 ± 59	-0.6	満足
	54.5 ± 1.9			728 ± 73			506 ± 18		
2-5	53.8 ± 6.4	-0.2	満足	746 ± 66	0.1	満足	487 ± 64	0	満足
	55.0 ± 1.9			741 ± 74			487 ± 18		
2-6	53.8 ± 5.6	-0.4	満足	748 ± 76	0.0	満足	510 ± 54	0.1	満足
	56.3 ± 1.9			747 ± 75			507 ± 18		
2-7	58.1 ± 6.3	0.1	満足	811 ± 86	0.1	満足	496 ± 55	0.1	満足
	57.7 ± 1.9			797 ± 80			489 ± 18		
2-8	51.0 ± 5.0	-0.3	満足	692 ± 67	-0.2	満足	498 ± 50	-0.0	満足
	52.8 ± 1.8			712 ± 71			499 ± 18		
2-9	53.4 ± 7.3	-0.3	満足	737 ± 99	-0.2	満足	485 ± 67	-0.1	満足
	55.4 ± 1.9			758 ± 76			490 ± 19		
2-10	56.9 ± 6.7	0.0	満足	760 ± 87	0.1	満足	499 ± 59	0.0	満足
	56.7 ± 1.9			750 ± 75			497 ± 18		

*誤差は拡張不確かさを示す(k=2)。

表7 評価結果【報告】 ゲルマニウム半導体検出器による測定法（第3回）

上段：報告値/下段：付与値

試料番号 PTG2019-	Cs-134			Cs-137			K-40		
	Bq/kg	En数	判定	Bq/kg	En数	判定	Bq/kg	En数	判定
3-1	59.3 ± 6.9	0.4	満足	797 ± 90	0.1	満足	513 ± 60	0.3	満足
	56.3 ± 1.9			783 ± 78			496 ± 18		
3-2	60.1 ± 7.3	0.3	満足	803 ± 96	0.2	満足	511 ± 63	0.5	満足
	57.8 ± 1.9			776 ± 77			479 ± 18		
3-3	54.3 ± 7.7	-0.1	満足	713 ± 88	-0.2	満足	457 ± 68	-0.3	満足
	54.7 ± 1.9			738 ± 74			477 ± 18		
3-4	55.7 ± 5.7	0	満足	743 ± 74	0.1	満足	501 ± 52	0.7	満足
	55.7 ± 1.9			729 ± 73			464 ± 18		
3-5	55.1 ± 6.4	-0.1	満足	751 ± 86	-0.1	満足	483 ± 58	-0.2	満足
	55.7 ± 1.9			766 ± 77			498 ± 18		
3-6	54.2 ± 5.0	-0.1	満足	750 ± 74	-0.1	満足	483 ± 49	-0.3	満足
	54.8 ± 1.9			758 ± 76			501 ± 18		
3-7	50.2 ± 9.0	-0.3	満足	724 ± 130	0	満足	484 ± 89	-0.1	満足
	53.2 ± 1.9			724 ± 72			489 ± 18		
3-8	55.2 ± 6.5	-0.0	満足	761 ± 88	0.2	満足	476 ± 57	0.0	満足
	55.3 ± 1.9			736 ± 73			474 ± 18		
3-9	55.3 ± 7.0	-0.1	満足	761 ± 101	0.1	満足	492 ± 67	-0.1	満足
	55.8 ± 1.9			745 ± 74			500 ± 18		
3-10	51.5 ± 6.0	-1.4	不満足	680 ± 76	-1.2	不満足	428 ± 49	-1.0	満足
	60.5 ± 1.9		809 ± 81	482 ± 18					

* 誤差は拡張不確かさを示す(k=2)。

表 8 評価結果【技術支援後】 ゲルマニウム半導体検出器による測定法（第3回）

上段：報告値/下段：付与値

試料番号 PTG2019-	Cs-134			Cs-137			K-40		
	Bq/kg	En 数	判定	Bq/kg	En 数	判定	Bq/kg	En 数	判定
3-1	59.3 ± 6.9	0.4	満足	797 ± 90	0.1	満足	513 ± 60	0.3	満足
	56.3 ± 1.9			783 ± 78			496 ± 18		
3-2	60.1 ± 7.3	0.3	満足	803 ± 96	0.2	満足	511 ± 63	0.5	満足
	57.8 ± 1.9			776 ± 77			479 ± 18		
3-3	54.3 ± 7.7	-0.1	満足	713 ± 88	-0.2	満足	457 ± 68	-0.3	満足
	54.7 ± 1.9			738 ± 74			477 ± 18		
3-4	55.7 ± 5.7	0	満足	743 ± 74	0.1	満足	501 ± 52	0.7	満足
	55.7 ± 1.9			729 ± 73			464 ± 18		
3-5	55.1 ± 6.4	-0.1	満足	751 ± 86	-0.1	満足	483 ± 58	-0.2	満足
	55.7 ± 1.9			766 ± 77			498 ± 18		
3-6	54.2 ± 5.0	-0.1	満足	750 ± 74	-0.1	満足	483 ± 49	-0.3	満足
	54.8 ± 1.9			758 ± 76			501 ± 18		
3-7	50.2 ± 9.0	-0.3	満足	724 ± 130	0	満足	484 ± 89	-0.1	満足
	53.2 ± 1.9			724 ± 72			489 ± 18		
3-8	55.2 ± 6.5	-0.0	満足	761 ± 88	0.2	満足	476 ± 57	0.0	満足
	55.3 ± 1.9			736 ± 73			474 ± 18		
3-9	55.3 ± 7.0	-0.1	満足	761 ± 101	0.1	満足	492 ± 67	-0.1	満足
	55.8 ± 1.9			745 ± 74			500 ± 18		
3-10	60.9 ± 7.0	0.1	満足	809 ± 90	0	満足	482 ± 56	0	満足
	60.5 ± 1.9			809 ± 81			482 ± 18		

* 誤差は拡張不確かさを示す(k=2)。

表 9 評価結果【報告】 放射性ストロンチウム分析法

上段：報告値/下段：付与値

試料番号 PTS2019-	Sr-90		
	Bq/g	<i>E_n</i> 数	判定
1-1	0.113 ± 0.0139	-0.1	満足
	0.116 ± 0.0187		
1-2	0.108 ± 0.0124	-0.4	満足
	0.116 ± 0.0187		
1-3	0.107 ± 0.0151	-0.4	満足
	0.116 ± 0.0187		
1-4	0.104 ± 0.0117	-0.6	満足
	0.116 ± 0.0187		
1-5	0.112 ± 0.0128	-0.2	満足
	0.116 ± 0.0187		
1-6	0.123 ± 0.0142	0.3	満足
	0.116 ± 0.0187		
1-7	0.128 ± 0.0174	0.5	満足
	0.116 ± 0.0187		

*誤差は拡張不確かさを示す(k=2)。

第4章 各講座の満足度評価

各講座の参加者満足度評価と改善のため、研修終了後、受講者に対してアンケート調査を実施した。(様式：参考資料3)

聴取内容は以下のとおりである。

- ① 受入れ（人数、時期、期間など）
- ② 講義、実習等（内容、テキスト、時間配分など）
- ③ 今後新規開設を希望する講座
- ④ その他（全体的感想など）

4.1 受入れ

研修の受入れ人数、実施時期、実施期間について、適当かどうか伺った結果は以下のとおりである。

4.1.1 環境放射能分析及び測定

a) 受入人数

(第1回) 「多い」1名、「適当」10名、「少ない」1名

(第2回) 「適当」12名

(第3回) 「適当」12名

b) 実施時期

(第1回) 「適当」12名

(第2回) 「適当」11名、「遅い」1名

(第3回) 「適当」11名、「遅い」1名

c) 実施期間

(第1回) 「適当」12名

(第2回) 「適当」10名、「短い」2名

(第3回) 「適当」11名、「短い」1名

4.1.2 放射化学分析

a) 受入人数 「適当」8名

b) 実施時期 「適当」8名

c) 実施期間 「適当」7名、「短い」1名

4.1.3 放射線の人体影響概論

- a) 受入人数
 - (第1回) 「適当」10名、「少ない」1名
 - (第2回) 「適当」9名、「不明」1名
- b) 実施時期
 - (第1回) 「適当」11名
 - (第2回) 「適当」8名、「遅い」2名
- c) 実施期間
 - (第1回) 「適当」8名、「短い」3名
 - (第2回) 「適当」6名、「短い」4名

4.1.4 環境試料の採取及び前処理法

- a) 受入人数 「適当」9名
- b) 実施時期 「適当」9名
- c) 実施期間 「適当」7名、「短い」1名、「不明」1名

4.1.5 ゲルマニウム半導体検出器による測定法

- a) 受入人数
 - (第1回) 「多い」1名、「適当」10名、「不明」1名
 - (第2回) 「適当」10名
 - (第3回) 「適当」10名
- b) 実施時期
 - (第1回) 「早い」3名、「適当」9名
 - (第2回) 「適当」6名、「遅い」4名
 - (第3回) 「適当」9名、「遅い」1名
- c) 実施期間
 - (第1回) 「長い」2名、「適当」9名、「短い」1名
 - (第2回) 「適当」8名、「短い」1名、「不明」1名
 - (第3回) 「長い」1名、「適当」9名

4.1.6 放射性ストロンチウム分析法

- a) 受入人数 「適当」7名
- b) 実施時期 「適当」6名、「遅い」1名
- c) 実施期間 「適当」6名、「短い」1名

4.1.7 トリチウム分析法

- a) 受入人数 「相当」 8 名
- b) 実施時期 「相当」 6 名、「遅い」 2 名
- c) 実施期間 「相当」 8 名

4.1.8 プルトニウム分析法

- a) 受入人数 「相当」 8 名
- b) 実施時期 「相当」 8 名
- c) 実施期間 「相当」 8 名

4.1.9 緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法

- a) 受入人数
 - (第 1 回) 「多い」 1 名、「相当」 9 名、「少ない」 1 名
 - (第 2 回) 「相当」 10 名
- b) 実施時期
 - (第 1 回) 「相当」 11 名
 - (第 2 回) 「相当」 7 名、「遅い」 3 名
- c) 実施期間
 - (第 1 回) 「相当」 11 名
 - (第 2 回) 「相当」 9 名、「短い」 1 名

4.1.10 環境放射線モニタリングにおける被ばく線量評価法

- a) 受入人数 「相当」 10 名
- b) 実施時期 「相当」 8 名、「遅い」 2 名
- c) 実施期間 「相当」 10 名

4.1.11 環境ガンマ線量率測定法

- a) 受入人数 「相当」 12 名
- b) 実施時期 「相当」 7 名、「遅い」 5 名
- c) 実施期間 「相当」 12 名

4.1.12 ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法

- a) 受入人数 「相当」 8 名
- b) 実施時期 「相当」 8 名
- c) 実施期間 「長い」 1 名、「相当」 7 名

結果は以下のとおりである。

4.2.1 環境放射能分析及び測定

(第1回)

講義・実習	講義・実習名	満足度	改善コメント（要約）
講義	放射線と放射能	93	-
講義	環境 γ 線量測定法	88	NaIの原理をより詳しく
実習	環境 γ 線量測定法	87	よりわかりやすい説明を
講義	緊急時の環境ガンマ線量測定	88	エネルギー特性が理解しづらい
講義	放射化学分析法概論	82	進行ペースを遅くしてほしい 各段階の写真があるとよい 分離方法の部分を詳しく知りたい
講義・実習	放射化学分析法紹介	87	時間が押しても聞きたかった 実習のボリュームが足りない
講義・実習	低バックグラウンド β 線測定	90	-
講義・実習	環境試料の採取及び前処理法	90	-
講義・実習	α 線スペクトロメトリー	92	-
講義・実習	液体シンチレーション測定法	82	資料数が多く説明も速すぎた 概要部分の説明を多く 段階を踏んで教えてほしい
講義	γ 線スペクトロメトリー	90	-
実習	市販プログラムによる γ 線解析	87	放射能算出の詳しい説明がほしい

(第2回)

講義・実習	講義・実習名	満足度	改善コメント（要約）
講義	放射線と放射能	80	内容に対して時間が不足していた 概念イメージがわかりやすいように
講義	環境 γ 線量測定法	85	-
実習	環境 γ 線量測定法	85	事前に説明するか班分けしてほしい
講義	緊急時の環境ガンマ線量測定	85	人工/自然の分離評価が知りたい もう少し詳しい説明がほしかった
講義	放射化学分析法概論	80	概念がわかりやすいようにしてほしい

講義・実習	放射化学分析法紹介	90	緊急時迅速法部分が駆け足だった
講義・実習	低バックグラウンドβ線測定	90	-
講義・実習	環境試料の採取及び前処理法	87	-
講義・実習	α線スペクトロメトリー	85	-
講義・実習	液体シンチレーション測定法	82	-
講義	γ線スペクトロメトリー	88	内容に対して時間が不足している
実習	市販プログラムによるγ線解析	92	-

(第3回)

講義・実習	講義・実習名	満足度	改善コメント（要約）
講義	放射線と放射能	70	内容に対して時間が不足している ゆっくり講義をしてほしい
講義	環境γ線量測定法	78	-
実習	環境γ線量測定法	85	-
講義	緊急時の環境ガンマ線量測定	82	-
講義	放射化学分析法概論	78	内容に対して時間が不足している 装置の情報も知りたい
講義・実習	放射化学分析法紹介	82	実験操作の実習を実施してほしい アンモニア使用の事前告知がほしい
講義・実習	低バックグラウンドβ線測定	83	-
講義・実習	環境試料の採取及び前処理法	83	-
講義・実習	α線スペクトロメトリー	87	-
講義・実習	液体シンチレーション測定法	73	電解濃縮を見せてほしい
講義	γ線スペクトロメトリー	88	-
実習	市販プログラムによるγ線解析	87	-

4.2.2 放射化学分析

講義・実習	講義・実習名	満足度	改善コメント（要約）
講義	放射性物質とその性質	78	分量を少なく平易にしてほしい 演習問題の解答の解説がほしい
講義	放射線と物質の相互作用	78	-
講義	放射化学分析への応用	78	進行スピードが速く理解できない 部分があった。主要な分析法だけに 範囲を絞ってもよいのではないか

講義	医学薬学領域への応用	88	-
講義	環境科学への応用	93	-

4.2.3 放射線の人体影響概論

(第1回)

講義・実習	講義・実習名	満足度	改善コメント(要約)
講義	放射線生物影響の基礎 放射線の人体への影響 放射線の確定的影響(急性障害)	82	DNA損傷やDNA修復の部分は基礎から教えてほしい 用語の解説があるとよい
講義	放射線の確定的影響 (晩発障害:非がん疾病) 放射線の確率的影響 (発がん)(遺伝的影響) 胎内被ばく	87	-
講義	内部被ばく 生物学的線量評価	85	-
講義	放射線防護と線量限度	82	容認できる放射線レベルの考え方の解説がもう少し欲しかった
講義	低線量放射線被ばくの影響	87	-

(第2回)

講義・実習	講義・実習名	満足度	改善コメント(要約)
講義	放射線生物影響の基礎 放射線の人体への影響 放射線の確定的影響(急性障害)	87	-
講義	放射線の確定的影響 (晩発障害:非がん疾病) 放射線の確率的影響 (発がん)(遺伝的影響) 胎内被ばく	89	-
講義	内部被ばく 生物学的線量評価	96	「疫学調査」の重要性をもっと強調してほしい 「疫学調査」の結果の説明をもっとほしい
講義	放射線防護と線量限度	93	-

講義	低線量放射線被ばくの影響	96	-
全体			内容が多いため研修期間を延長してもよいのではないか

4.2.4 環境試料の採取及び前処理法

講義・実習	講義・実習名	満足度	改善コメント（要約）
講義	環境試料の採取と前処理法	89	-
講義	不確かさの求め方	73	採取時の不確かさを詳しく知りたい 実際の運用例があるとよい
実習	陸水①、海水、海産生物①、野菜①	89	-
実習	海産生物②、野菜②、海水②、陸水②	87	作業しにくい乾燥物の実例が見たい
実習	海水③、陸水③、緊急時	89	-
実習	海水④、陸水④	82	-
実習	陸水⑤、海水⑤、土試料	87	-
実習	海産生物③、野菜③	84	-
実習	海産生物④、野菜④	84	-

4.2.5 ゲルマニウム半導体検出器による測定法

（第1回）

講義・実習	講義・実習名	満足度	改善コメント（要約）
講義	γ 線スペクトロメトリーの基礎	100	-
実習	測定試料の調製	87	実習を増やしてもよかった
実習	機器の調整	87	実習を増やしてもよかった 手順間違え時の対応も知りたい
実習	スペクトル解析実習	88	実習を増やしてもよかった やや難しい
演習	スペクトル解析実習	90	実習を増やしてもよかった 12本のピークでは時間に追われる
演習	市販ソフトウェアによるスペクトル解析	78	各自で操作する時間もほしい 資料が少しわかりにくかった 簡易マニュアルがあるとよい もう少しテンポがよくてもよかった

講義	緊急時におけるスペクトル解析	83	ピークの多い試料で解析しなかった 事故対応核種の情報がほしい
実習	不確かさの具体的算出	72	もう少し時間をかけてほしい 難解であった Excel で計算演習ができるとうい

(第2回)

講義・実習	講義・実習名	満足度	改善コメント(要約)
講義	γ線スペクトロメトリーの基礎(前)	90	-
講義	γ線スペクトロメトリーの基礎(後)	88	-
実習	測定試料の調製	90	-
実習	機器の調整	88	-
実習	スペクトル解析実習①	88	-
演習	スペクトル解析実習②	90	-
演習	市販ソフトウェアによるスペクトル解析①	96	-
演習	市販ソフトウェアによるスペクトル解析②	96	もっと時間があるとよかった
講義	緊急時におけるスペクトル解析	96	もっと時間があるとよかった
実習	不確かさの具体的算出	82	実習の時間があるとよい
全体			測定機器に触れる、測定する時間がほしかった

(第3回)

講義・実習	講義・実習名	満足度	改善コメント(要約)
講義	γ線スペクトロメトリーの基礎	92	-
実習	測定試料の調製	88	空き時間には何か追加してほしい
実習	機器の調整	84	空き時間には何か追加してほしい オシロスコープ調整の説明を詳しくしてほしい
実習	スペクトル解析実習①	94	解答も先に渡してほしい
演習	スペクトル解析実習②	90	サム効果補正計算の話も聞きたい
演習	市販ソフトウェアによるスペクトル解析①	90	解析ソフト使用方法の演習がほしい
演習	市販ソフトウェアによるスペクトル解析②	88	もう少し長めに時間をとってほしい

講義	緊急時におけるスペクトル解析	90	少し講義のスピードが速い 3点計数法のおさらいの時間がほしい
実習	不確かさの具体的算出	90	-

4.2.6 放射性ストロンチウム分析法

講義・実習	講義・実習名	満足度	改善コメント（要約）
実習	(灰、灰S)試料秤量、酸分解 (土、土S)試料秤量、500℃加熱	97	-
実習	(灰、灰S)酸分解	87	-
講義	放射化学分析法概論	89	-
実習	(灰、灰S)酸分解	86	-
講義	放射性ストロンチウム分析法解説	94	過去のシュウ酸塩法、溶媒抽出法はあえて紹介しなくてもよいのでは 溶離曲線を作成する操作フローがあるとよかった 陸水の予備濃縮の具体的な話をもっと聞きたかった
実習	(灰)酸抽出、ろ過、炭酸塩沈殿生成 (土、土S)酸浸出	94	-
実習	(灰)遠心分離、シュウ酸塩沈殿生成、ろ過、600℃加熱 (土)ろ過 (土S)ろ過—メスフラスコ	94	ドラフトか換気の良いところで実施してほしい
実習	(灰)塩酸溶解、蒸発乾固、樹脂調製 (土)炭酸塩生成	97	pHの終点の色の目安があるとよい
実習	(灰)塩酸(1+23)溶解、ろ過、樹脂カラム作製、試料吸着	97	カラムの溶離曲線の作成も取り入れてはどうか
実習	(灰)Ca溶出、G4フィルター酸洗浄 (土)①シュウ酸塩沈殿生成 ②シュウ酸塩沈殿再捕集	97	-
実習	(灰)Sr溶離、G4フィルター洗浄—乾燥、溶離液蒸発乾固 (土)③シュウ酸塩沈殿再沈	97	-
実習	(灰)硝酸乾固、カラム再生	97	-

講義	安定元素の分析方法	89	もう少し定量方法の説明がほしい
実習	(灰)G4 フィルター秤量、スバソジグ、 炭酸塩、105°C乾燥 (土)シュウ酸塩沈殿ろ過、600°C加熱	97	-
実習	(灰)炭酸ストロンチウム秤量、塩酸 溶解 (灰S)酸抽出-ろ過-メスフラスコ	94	担体溶液調製方法についてテキスト に記載があるとよい
講義	ストロンチウムの迅速分析法	89	Sr-89 測定のカリブレーション 方法のフローやマニュアルがほし い グラフの理解が追いつかなかった
実習	(灰S、土S) ICP-AES [Sr] 試料希釈、測定 (灰)化学回収率計算 (土)塩酸溶解	94	-
実習	(灰S) ICP-AES [Ca]試料希釈、測定	94	実機の簡単な説明があるとよかつ た
実習	(灰S) ICP-AES [Ca]試料希釈、測定	97	-
実習	(灰)ミルキング	94	時間が足りなかった
講義	低バックグラウンドβ線測定法 ストロンチウム 89 の測定法	94	説明のペースが少し遅いとよかつ た
演習	放射能濃度の計算方法	94	-
講義・演習	不確かさの求め方	91	相対合成標準不確かさの算出方法 についてももう少し詳しいとよかつ た
演習	放射能測定データの解析、データ整 理	93	時間が足りなかった短くてもよい。 その分、不確かさの講義に充ててほ しい
総評		90	実習の測定結果の合否判定の説明 があるとよい
全体			あと1日増やして少し余裕を持た せてもよいと思う 動画は分かり易かった

4.2.7 トリチウム分析法

講義・実習	講義・実習名	満足度	改善コメント（要約）
講義	トリチウム分析法概論 （迅速分析法含む）	91	-
実習	実習計画の説明 減圧蒸留と測定試料の調製 効率測定用標準線源の調製 電解濃縮法の開始 大気中トリチウムサンプラーの始動	91	作業が同時並行で進行しているの についてゆくの苦勞した 実習の段取りが悪いと感じた
実習	燃焼 還流 測定条件の設定①	86	-
実習	測定条件の設定② クエンチング補正曲線の作成	91	-
実習	還流後の常圧蒸留 電解濃縮法の終了	86	分解清掃も受講者に行わせてみて はどうか
実習	測定試料の調製（迅速分析法）	83	-
講義	不確かさの求め方	83	-
実習	測定試料の調製（迅速分析法）	86	-
実習	大気中トリチウムサンプラーの停止 UV 測定 測定データの解析	89	計算シート様式があれば教材用フ ォルダーに入れておいてほしい データの棄却について説明がほし い
講義	被ばく線量評価	83	-
全体			不適切な試料の測定を行い、適切な 試料と比較できるとよい 誤差になる要因がどの程度値に影 響するか確認する実験があるとよ い

4.2.8 プルトニウム分析法

講義・実習	講義・実習名	満足度	改善コメント（要約）
講義	分析法概論	90	-

実習	(通常): サンプリング、加熱処理 (デモ) (迅速): サンプリング、M.W 抽出 (デモ)	88	-
実習	(通常): 酸抽出 (迅速): 蒸発濃縮、価数調整、ろ過	88	-
実習	(通常): ろ過、濃縮 (迅速): イオン交換分離 (硝酸系)	88	-
実習	(通常): 濃縮、価数調整 (迅速): イオン交換分離 (硝酸系)	93	鉄共沈殿の操作ができるとよかった
実習	(通常): イオン交換分離 (硝酸系) (迅速): イオン交換分離 (酢酸系)	83	分離の原理の講義があるとよかった 最初、どの操作の説明かわからなかった
講義	α 線スペクトロメトリー概論	90	-
講義	ICP-MS 測定概論	85	-
実習	(通常): 蒸発乾固 (迅速): 蒸発乾固、測定溶液の調製	90	-
実習	(通常): 電着、 α 線測定開始 (迅速): ICP-MS 測定	90	-
講義	不確かさの求め方概論	85	個々の算出方法がわからなかった
講義	(迅速) 結果の講評	87	-
講義	(通常): 結果の講評	93	-
全体			法律上求められること (許可や施設等) についても説明がほしい

4.2.9 緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法 (第1回)

講義・実習	講義・実習名	満足度	改善コメント (要約)
講義	ガンマ線測定の基礎	80	-
講義	ガンマ線スペクトロメトリー概論	80	-
講義	ガンマ線スペクトロメトリー概論 (続き)	82	減衰補正の実際の適用方法を明確にしてほしい
実習	緊急時におけるスペクトル解析実習	87	-

実習	緊急時におけるスペクトル解析実習 (続き)	91	-
実習	緊急時におけるスペクトル解析実習 (続き)	93	-
講義	緊急時におけるガンマ線スペクトル の実際	87	内容の重複が多かった
全体			自身で解析する時間があれば理解 が深まると思う

(第2回)

講義・実習	講義・実習名	満足度	改善コメント (要約)
講義	ガンマ線測定の基本	86	Ge 研修と重複する部分が多かった (重複は復習になってよかったと いう意見もあり)
講義	ガンマ線スペクトロメトリ概論	84	-
講義	ガンマ線スペクトロメトリ概論 (続 き)	90	スペクトルを用いた実習をしてほ しい
実習	緊急時におけるスペクトル解析実習	88	Ge 研修と重複する部分が多かった (重複は復習になってよかったと いう意見もあり)
実習	緊急時におけるスペクトル解析実習 (続き)	92	-
実習	緊急時におけるスペクトル解析実習 (続き)	94	-
講義	緊急時におけるガンマ線スペクトル の実際	88	-
全体			測定法シリーズに沿った講義とし てはどうか

4.2.10 環境放射線モニタリングにおける被ばく線量評価法

講義・実習	講義・実習名	満足度	改善コメント
講義	放射性核種とモニタリング	98	-
講義・演習	大気・陸圏の放射性核種の挙動	93	-
講義・演習	水圏の放射性核種の挙動	91	-
講義・演習	内部被ばく線量推定	80	基礎的な説明があると理解しやすい

講義・演習	リスクコミュニケーション	89	もっと講義時間が必要と感じた
講義・演習	外部被ばく線量推定	93	-
講義・演習	線量評価の実際	98	-

4.2.11 環境ガンマ線量率測定法

講義・実習	講義・実習名	満足度	改善コメント（要約）
講義	環境放射線モニタリング	87	-
講義	環境 γ 線量率測定	90	-
実習	遮へい、距離、散乱線	90	-
実習	測定器、機器構成、機器調整	87	-
実習	各種線量計による in-situ 測定	95	-
実習	特性試験（変動、エネルギー特性、線量率特性、方向特性、温度特性）	95	-
実習	連続測定データの評価	97	-
講義	走行サーベイ	93	-
実習	走行サーベイ	87	途中で測定器とタブレットの人が交代したほうがよい
実習	表面汚染測定	82	効率測定とサンプル測定の核種をどう絵設定するか整理したほうがよい 実習の時間が短い
講義	ダストモニタ等紹介	80	講座と関連性が低いいため短くてもよい もう少し時間をかけて説明があるとよい
講義	人工放射性核種寄与分の弁別	87	-
講義	空間線量率測定の実際と外部被ばく線量評価	96	-
全体			専門用語、略語の解説が欲しい

4.2.12 ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法

講義・実習	講義・実習名	満足度	改善コメント（要約）
講義	可搬型 Ge 半導体検出器を用いた in-situ 測定法	88	-
実習	機器調整	90	養生から実施してもよかった

実習	スクレーパープレートによる土壌採取①	90	-
実習	スクレーパープレートによる土壌採取②	83	-
実習	採取試料の調製	83	-
実習	in-situ 測定	85	-
実習	データ解析（ β 値算出、in-situ 測定結果解析）	83	画面上での説明だけでは見辛かった
講義	福島第一原子力発電所事故後における in-situ 測定法活用例	88	-

全ての講座で満足度が 70（点）以上であり、概ね 80（点）を超えた。
 なお、「不確かさの算出」は内容が難しいため、満足度評価としては低めとなっている。

※1 「環境試料の採取及び前処理法」、「ゲルマニウム半導体検出器による測定法（第 1 回）」、「環境放射能分析及び測定（第 1 回）」、「ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法」及び「環境放射線モニタリングにおける被ばく線量評価法」は 5 段階評価の項目がなかったため、「意見・要望等」に記載されたコメントを、賞賛（10）、普通（8）、努力（6）、否定（3）、完全否定（0）に分類し、平均値を求めて百分率（100 点満点）の満足度を求めた。

※2 ISO 9001（品質）2015 年度版（抜粋）

9 パフォーマンス評価

9.1.2 顧客満足

組織は、顧客のニーズ及び期待が満たされている程度について、顧客がどのように受け止めているかを監視しなければならない。

組織は、この情報の入手、監視及びレビューの方法を決定しなければならない。

9.1.3 分析及び評価

組織は、監視及び測定からの適切なデータ及び情報を分析し、評価しなければならない。

分析の結果は、次の事項を評価するために用いなければならない。

- a) 製品及びサービスの適合
- b) 顧客満足度
- c) 品質マネジメントシステムのパフォーマンス及び有効性
- d) 計画が効果的に実施されたかどうか。

10 改善

10.1 一般

組織は、顧客要求事項を満たし、顧客満足を向上させるために、改善の機会を明確にし、選択しなければならず、また、必要な取り組みを実施しなければならない。

これには、次の事項を含めなければならない。

- a) 要求事項を満たすため、並びに将来のニーズ及び期待に取り組むための、製品及びサービスの改善
- b) 望ましくない影響の修正、防止または低減
- c) 品質マネジメントシステムのパフォーマンス及び有効性の改善

10.3 継続的改善

組織は、品質マネジメントシステムの適切性、妥当性及び有効性を継続的に改善しなければならない。

組織は、継続的改善の一環として取り組まなければならない必要性又は機会があるかどうかを明確にするために、分析及び評価の結果並びにマネジメントレビューからのアウトプットを検討しなければならない。

4.3 今後新規開設を希望する講座

既存の講座に加え、今後新規開設を希望する講座などについて伺った結果（要約）は以下のとおりである。

① 基礎的な講座の開設

- ・食品試料の採取及び前処理法
- ・食品放射能分析及び測定
- ・ガンマ線スペクトロメトリー（2日程度の短期的な講座）
- ・市販ソフトウェアを用いたスペクトル解析に特化した研修
- ・モニタリング資機材の使い方の注意事項や測定原理
- ・大気モニタ、ダストモニタやヨウ素サンプラの取り扱いに関する研修

上記は、分析・測定担当者として、試料を採取する、前処理する、分析する、測定する正しい手順を確認したい、また、既存所内作業マニュアルからは読み取れない微妙なニュアンスを経験者から聞きたいというご要望であると考えられる。ガンマ線スペクトロメトリーの基本を短期的な講座で習得したいという原子力施設立地隣接自治体の担当者の要望は注目すべき点である。

② 専門的な講座の開設

- ・環境ガンマ線量率の統計的な処理に関する研修
- ・不確かさの算出に特化した研修

平成30年4月4日に原子力規制庁監視情報課が策定した「平常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）」における品質保証に関する記載として、「放射性物質の濃度の測定データについては、ISO/IEC17025の考え方に沿って品質を保証することが望ましい。」とある。ISO/IEC17025では、分析機関の力量として不確かさを適正に評価することが要求されている。放射能分析における不確かさ評価は難しいとされているため、開講を希望する声が多いと考えられる。

③ 先進的、研究的な講座の開設

- ・最新の研究結果、分析方法を紹介する講座
- ・ICP-MSを用いた微量元素分析法
- ・基礎的な実習及び研究につながる発展的な研修

上記は、環境放射線（能）モニタリング（環境放射能水準調査）とは直接

関係ない事項ではあるが、最新の技術を先取りしたい進取果敢な気持ちの表れであるとする。

④ 緊急時を想定した講座や迅速分析法の開設

- ・ ICP-MS を用いたウラン等の迅速分析
- ・ ICP-MS を用いたウランやプルトニウムの迅速分析法
- ・ 緊急時の対応研修
- ・ 緊急時の試料採取法
- ・ 原発事故などの緊急時に求められる検査技術に関する研修
- ・ 原子力防災部署向けの放射線の基礎
- ・ 被ばく線量評価の基礎

前者は、測定時間が短く、長半減期核種（超ウラン元素）の測定法として有用な、放射性核種の放射能 (Bq) ではなく質量 (g) を測定する ICP-MS (誘導結合プラズマ質量分析装置) を用いた分析法を習得したいというご要望である。後者は、緊急時のモニタリング計画、評価方法や第一線に赴く職員の防護対策などの研修のご要望である。

⑤ 既存講座の増設（複数回数化）

- ・ 環境試料の採取及び前処理法
- ・ 放射性ストロンチウム分析法

上記講座は毎年好評を得ており、年度初めの募集開始後ほどなく定員に達してしまう講座の一つであるため、募集人数を増やしてほしいというご要望と考える。なお、「環境試料の採取及び前処理法」は募集開始から 4 日ですでに定員比 1.5 倍、「放射性ストロンチウム分析法」は定員比 1.5 倍となっている。

⑥ 過去に開設していた講座の復活

- ・ 積算線量測定法
- ・ ウラン分析法（アルファ線スペクトロメトリー、ICP-MS）

積算線量測定法は、平成 30 年 4 月 4 日に原子力規制庁監視情報課が策定した「平常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）」において参考扱いとなったことから、今年度は開講されなかった。また、平成 30 年度より「アルファ放射体分析及び迅速分析法」が「プルトニウム分析法」

のみとなったため、ウラン分析法が外れている。

しかしながら、原子力施設立地道府県では、放射線監視調査で積算線量やウランを測定対象としているところもあるため、積算線量測定法やウラン分析法講座の復活が要望されているものとする。

4.4 その他（全体的感想など）

研修に対する全体的な感想などについて伺った結果を要約としてとりまとめた。大まかには、以下①から⑦に大別できる。

① 自身または業務の参考になった

放射線・放射能分野の初心者であり初見で参考になった (a)、基礎知識はあったが改めて確認することができた・知識が広がった (b)、自らの業務に取り入れるべき新しい発見があった (c)、研修に参加したからこそ得られる情報があった (d) というご意見に大別できる。

(a) の例

- ・放射線業務に携わるうえで基礎から応用まで学べ、とても勉強になった
- ・環境放射能測定に関する基本的な知識や測定方法を丁寧に教えてもらった
- ・基礎知識から機器の詳細な設定まで幅広く学べて有意義な研修であった
- ・今後業務に従事するにあたり大変参考になった
- ・今年度から担当となり、疑問点を聞くことができ大変参考になった
- ・実務に直結する内容であったので今後の糧になる
- ・基本的なところから学べ、今後より深い視点で解析等に取り組んでゆける
- ・分析・測定上の注意点等を知る良い機会であった
- ・環境放射線モニタリングは非常に重要な役割を担っていると思った

(b) の例

- ・自らがやっている業務内容の意味について再確認ができた
- ・普段はマニュアルに沿って分析しているが理論的なことが学べてよかった
- ・マニュアルにある各操作の意味が分かり、大変有意義であった
- ・日々の業務でなぜその操作を行うのか理由がわかり、視野が広がった
- ・測定操作一つ一つの持つ意味について考えを深めることができた
- ・正確に理解できていない部分を確認することができた
- ・前処理法を実践する機会が少ないため、非常に勉強になった
- ・解析ソフトに頼らず手計算することでスペクトル解析がよく理解できた
- ・スペクトル解析はお任せではなく自らが見て考えないといけないと感じた

- ・ 実習では講師のようになかなか上手にできないことを改めて実感した
- ・ 普段の業務の作業では行わない作業や測定原理の知識を補うことができた
- ・ 機器の仕組みを理解しないと何だか違うぞという時に原因が探れない
- ・ 測定結果を正しく評価するための知識を知ることができ大変有意義だった
- ・ 事故当時のスペクトルデータを見る機会がなかったので勉強になった。
- ・ 緊急時スペクトル関係の講義と実習は非常によい経験となった
- ・ 緊急時の測定における技術的なポイントを学べたので経験値が増えた

(c) の例

- ・ 分析・測定をスムーズに進めるためのコツが学べた
- ・ 道具や作業の工夫などを今後の参考としたい
- ・ 随所で自らの業務に反映したい技の紹介があり非常に勉強になった
- ・ 試料調製の詳細なノウハウを覚えたので早速業務に取り入れたい
- ・ 現場の養生の仕方を学んでおき、実際にやってみることも重要だと感じた
- ・ 分析操作に慣れている講師のやり方を見ることができて参考になった

(d) の例

- ・ 測定・解析の全体概要を捉えつつ、実践に近い内容もあり有意義であった
- ・ マニュアルにはない操作のポイント等を丁寧に教えてもらえ有意義だった
- ・ 自治体のマニュアルにはない点も実際に操作して学べたので役に立った
- ・ 失敗事例が聞けたことがよかった
- ・ 自機関の方法に無駄や間違った操作があることがわかり有意義であった
- ・ 実習が多いので単純に話を聞くだけよりも、効果を確認しながら学べた
- ・ 実際に測定して知識を改めて確認することができる研修でとてもよかった
- ・ 新たに知ることも多く、今後の業務のために大変参考になった
- ・ 放射線の医学的、生物学的な研修を受ける機会がないので参考になった
- ・ En 数という新しい概念と今後の動向について若干の情報が得られた

② 講義・実習が丁寧でよかった

放射能・放射線分野の初心者にとってはわからないことばかりであり、基礎から丁寧に教える必要がある。対して経験者には、より深い知識を提供する必要がある。ご意見は、講師の対応が丁寧であった・わかりやすかった (a)、講義や実習の内容や資料がよかった (b)、実習が多く手応えを感じた (c)、質問に丁寧に回答してもらえた (d) に大別できる。

本事業の要は実習の充実度であり、実習を評価されたことは趣旨に沿っている。

(a) の例

- ・講師が受講者により理解してもらおうと丁寧に接してもらえた
- ・講師がみな熱心に語り、解説・サポートしてもらえた
- ・講義後の実習中にもくり返し講義内容の説明がありわかりやすかった
- ・初心者でもわかるように細かく噛み砕いて説明してもらえた
- ・熱心に指導してもらった。今回の研修で経験したことを業務に生かしたい
- ・基本的で今更教えてもらえないようなことを丁寧に教えてもらえた
- ・細かいところまできちんと教えてもらったので楽しくやりがいがあった
- ・講師が丁寧に面倒を見てくれたので、とてもやりやすかった
- ・初心者に合わせて実習の内容、スピードに配慮してもらい大変助かった
- ・丁寧な説明とともにデモンストレーションがあったのでわかりやすかった
- ・ビーカーの持ち方から丁寧に教えてもらえた
- ・分析工程でうまくいかなかった点をフォローしてもらえた

(b) の例

- ・基本的かつ奥深く物理、化学の講義もとても充実していた
- ・実際の分析工程を実践するので、不明点がある場で確認できありがたい
- ・実習を何段階かに分け、各説明の後に操作する形式は頭に入り易かった
- ・資料が丁寧に説明もわかりやすかった
- ・研修に関連した参考となる資料や文献を提供してもらい大変助かった

(c) の例

- ・実習時間が多く確保されていたことが非常にありがたかった
- ・自分で操作してからだで覚えることができたので非常に実りが多かった
- ・実習が主だったのでどう工夫（改良）すべきかなども大変勉強になった
- ・実習では自分の手を動かすことが多く、解説も交わり大きな収穫となった

(d) の例

- ・質問にも非常に丁寧に回答してもらえた
- ・初心者の基本的な質問にも丁寧に対応してくれた
- ・素人の質問にもどの講師もとても親切に答えてもらった
- ・常に多くの講師が配置され不明な点があればすぐに聞ける環境だった
- ・講師から積極的に質問誘導してもらい話しやすい雰囲気だった
- ・雑談形式の講義があり、質問しやすい環境で理解・知識が深まった

③ 分析・測定の見学が良かった

研修では、定常的に分析・測定を行う実験室で普段使用している器具や機器を用いるため、実物を見て触れられるという利点がある。

- ・どのような機材や道具を使っているかや室内環境等、とても勉強になった
- ・現場の雰囲気などを実際に感じられ、有意義であった
- ・実験室の見学は大変興味があり、知見が広がった
- ・充実した施設・設備を見学でき、貴重な体験となった
- ・分析操作上のコツや分析に使用している器具が大変参考になった
- ・養生のし方や機器収納ボックスなど現場で測定するための工夫が見られた

④ 実体験を聞くことができて良かった

研修講師は、定常的に分析・測定を行う現役の技術員が多い。また、東京電力福島第一原子力発電所事故の際に緊急時試料採取、ベータ線やガンマ線測定を経験した講師も多いため、実際の測定スペクトルを使用した解析や実際に緊急時分析・測定を行った際の経験（実体験）を盛り込むことができる。

- ・講師の自分の経験をいろいろと話してもらえたのでとても良かった
- ・講師が実際に行った実験データを解説しながら学べたので参考になった
- ・講師の実務経験が豊富で話も聞きやすかった
- ・実際の経験上の情報提供は、業務に応用できることが多いと感じた
- ・講師自らの体験談を交えながら説明してもらいとても良い講義を受けた
- ・実際に調査を担当した講師でなければ聞けない内容は大変有意義だった
- ・緊急時の測定を経験した講師の話が大変勉強になった
- ・緊急時の対応は経験者がいないので今後も引き続き研修を実施してほしい
- ・事故経験者が引退し、大事なことを伝える人がいなくなることを危惧する

⑤ 自覚や心構えができた

研修では、知識や技術の伝承だけではなく、放射能分析・放射線測定に携わる際の自覚や心構えについても教授している。研修受講後、受講生に自覚や心構えが芽生えることを期待したい。

- ・研修で学んだことを自身の業務で実践し、より深い知識を身につけたい
- ・学んだ内容を一朝一夕で身に着けるのは難しいが、研鑽を積んでゆきたい
- ・実習で得た各種作業の要領や目的を正しく理解して今後の糧としたい
- ・普段は機械的に測定、解析していたが、一つ一つを理解して作業できる

- ・一つ一つの工程で起こっていることを考えながら進めてゆきたい
- ・得られた結果を鵜呑みにせず、確認する必要があることを改めて感じた
- ・市販プログラムを過信せず、自分でスペクトルを確認することが大切
- ・所属部署での技術や知識の維持が大切だと感じた
- ・実験室内の標語に、意識の高さやデータへの責任を垣間見ることができた
- ・今回の研修の成果を確実にし、業務をより高度にするために尽力したい
- ・分析を迅速、正確かつ安全に行い、正しい情報を出せるようにしたい
- ・解析したデータに自信をもって正しいと言えるよう努力して対応したい
- ・安全で正確な業務を推進できればと新たな気持ちが湧いた
- ・出た結果に関して責任をもって公表できるよう、研修の成果を役立てたい
- ・モニタリングの意義も含め、住民のために何ができるか考えてゆきたい

⑥ 他の自治体と交流できてよかった

全国 47 都道府県対象の本研修ならではの副次的な効果であり、盛んに情報交換等がなされていた。

- ・新任者の交流という観点からも意義深かった
- ・他の自治体のやり方等について情報交換ができ、とても有意義であった
- ・全国で同じような業務を行う人と知り合う機会となり大変貴重であった
- ・他の自治体の状況などを聞くことができた
- ・他の自治体の方との情報交換もできたため、有意義であった
- ・他の自治体の方の話も参考にしながら研鑽を積んでゆきたい
- ・立地道府県の職員の対応を知る良い機会となった
- ・立地道府県の職員と事情を分かち合い、情報交換できてよかった
- ・受講生同士が話しやすいように様々な工夫をしてもらえてよかった

⑦ 研修内容改善に関するご意見

研修内容には万全を期して望んだが、至らなかった点は真摯に受け止め、頂戴した貴重なご意見は、今後研修内容の改善の参考としたい。

(講義・実習)

- ・原理についてはもう少し初心者にわかりやすく説明してほしい
- ・どの講義も内容が盛りだくさんで、正直ついてゆくのには精一杯だった
- ・実習の間の休憩はもう少し短くてもよいのでは
- ・一日中座学や実習を半日座学・半日実習に分けてもらえると集中しやすい
- ・多くの自治体で実施しない手法は、多くの時間を充てなくてもよいのでは

- ・全員が測定器を使用している前提ではなく未使用者にも配慮してほしい

(資料)

- ・資料を事前配布してもらえるとよかった
- ・受講生募集資料の各講座内容の概要をもう少し詳しく記載してほしい
- ・今後の業務等に参考となる資料を教えてもらえると更に研鑽できる

(研修日程)

- ・新任担当者が受講する研修は早い時期に開催してほしい
- ・もっと研修期間や実習を長くして、もっといろいろ教わりたい
- ・機械的に作業する内容を精査すれば日程を短縮できるのではないか
- ・ストロンチウム分析法はあと一日増やして余裕を持たせてもよい
- ・人体影響概論研修の期間を長くしてもらい、もっと深く理解したい

(時間配分)

- ・内容の割に時間が足りず駆け足気味になる講義があり残念だった
- ・ソフトウェアによるガンマ線解析はもう少し時間を割けばより理解できた

(受入れ人数)

- ・受講希望者に対して募集人数が少ない
- ・希望者全員が受講できないので研修回数を増やしてほしい

(新規開講希望)

- ・水準県を対象とした簡易な(期間の短い)基礎研修を開講してほしい

(改善提案)

- ・色々資料はあったが、パワーポイントの資料がわかりやすく十分である
- ・実際に測定機器を使っでの測定も行ってみたかった
- ・自身で試料をセットして測定する実測定に近い実習がなく少し残念だった
- ・機器構成や設定値の違いについて、実機に触れて直接確認したかった
- ・古い機器とオシロスコープを用いれば原理を理解するのによいと思う
- ・メーカーの協力を得て最新機種やメンテナンスの紹介の機会があるとよい
- ・分析センターにある研修対象以外の測定器等も見学できればよい
- ・分析工程の失敗例とリカバリー方法を学べる機会があるとよい
- ・不適切と思われる(処理が不十分な)試料も測定して比較するのもよい
- ・標準合成不確かさの算出について各項目を埋めてゆく演習があるとよい

- ・講義が少し長くなっても不確かさはもう少し踏み込んだ内容としてほしい
- ・テキストに専門用語の解説があるとよい
- ・自治体や分析センター内で出た疑問等をFAQにまとめたものがあるとよい
- ・基礎的な研修（実習を伴わないもの）はオンラインを検討してはどうか
- ・台風などの緊急時のカリキュラムの変更の連絡方法について考えてほしい

第5章 講座充実化のための提案

内容と受講人数の適正化のため、平成31年度の講座は、平成30年度と比べ、以下のようないくつかの変更が行われた。

	平成30年度	変更箇所	平成31年度
1	環境放射線測定の入門及び環境放射能分析の入門（第1～5回）	講座名を変更、開催回数を5回から3回へ変更	環境放射能分析及び測定（第1～3回）
2	放射線の人体影響概論（第1～2回）	—	放射線の人体影響概論（第1～2回）
3	ガンマ線スペクトロメトリー概論	No. 9の講座に統合	—
4	放射化学概論	講座名を変更	放射化学分析
5	環境試料の採取及び前処理法	—	環境試料の採取及び前処理法
6	放射性ストロンチウム分析法	—	放射性ストロンチウム分析法
7	アルファ放射体分析及び迅速分析法	講座名を変更、プルトニウムに特化、研修期間を7日から5日へ変更	プルトニウム分析法
8	トリチウム分析法	—	トリチウム分析法
9	ゲルマニウム半導体検出器による測定法（第1～3回）	No. 3、9、10の講座を統合、平常時と緊急時を盛り込んだ内容とし、研修期間を7日から5日へ変更	ゲルマニウム半導体検出器による測定法（第1～3回）
10	ゲルマニウム半導体検出器による測定法（緊急時）	No. 9の講座に統合	—
11	ゲルマニウム半導体検出器を用いたin-situ測定法	—	ゲルマニウム半導体検出器を用いたin-situ測定法
12	緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法（第1～2回）	研修期間を2日から3日へ変更	緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法（第1～2回）
13	環境ガンマ線量率測定法	No. 13、14の講座と統合、研修期間を3日から5日へ変更	環境ガンマ線量率測定法
14	環境放射線量測定法	No. 13の講座に統合	—
15	積算線量測定法	講座を廃止	—
16	環境放射線モニタリングにおける線量評価法	講座名を変更	環境放射線モニタリングにおける被ばく線量評価法

これにより、研修内容や開催回数等の最適化、充実化が図られた。

平成31年度の受講者に対するアンケート調査では、特に「ガンマ線スペクトロメトリー」と「放射性ストロンチウム分析法」に関して、多くのご要望をいただいた。これらのご要望を鑑み、今後の本事業の充実化のため、以下のとおり、講座の新規開設・拡充を提案する。

5.1 ゲルマニウム半導体検出器による測定の基本操作を学ぶ講座の開設

現在、「ゲルマニウム半導体検出器による測定法」講座は、5日間の日程で3回開講しているが、受講者からは、

- ・水準調査のみの自治体を対象とした期間の短い基礎研修を開設してほしい
- ・ γ 線スペクトロメトリーの2日程度の短期的な講座を受講したい
- ・異動になったばかりで早速分析試料が来て探り探りで測定していた
- ・回数を増やして初心者が受けられる確率を増やしてほしい

等のご意見が寄せられた。

水準調査のみの自治体（原子力発電所・施設立地、隣接自治体以外の自治体）では、放射能モニタリングは試料前処理とゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線測定を実施しているが、要員も限られるため、異動後の職員がすぐにゲルマニウム半導体検出器を使用しなくてはならない状況にある。

水準調査のみの自治体の資質向上のためには、異動の多い年度当初にゲルマニウム半導体検出器による測定の基本操作を学ぶ短期間の講座を開設することを提案したい。

これにより、早期に基礎や操作法を知りたい方は「ゲルマニウム半導体検出器による測定の基本操作を学ぶ講座」、原理や評価方法などを本格的に学びたい方は「ゲルマニウム半導体検出器による測定法」と選択の幅が広がり、同時に受講受入れ人数増にもつながる。

5.2 「放射化学分析」講座の内容拡充

「放射化学分析（平成30年度までは放射化学概論）」はここ数年募集定員割れを起こしており、受講者に対するアンケート調査においても、講義内容が多く、その内容も難しいというご意見がある。

表10 「放射化学分析」講座の受講者数の推移

	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	平成31年度
募集人数	10	10	10	10	10
受講者数	7	7	8	8	8

一方、「放射性ストロンチウム分析法」は毎年受講希望者が多く、受講者数を募集人数より多くしてもまだキャンセル待ちとなるケースが出ている。

キャンセル待ちを出さないためには、募集人数を増やすか開講数を増やす必要があるが、施設・設備の関係上、また、指導が行き届かなくなる可能性があるため、募集人数の更なる増加は困難である。また、開講数に関しても施設・

設備・人員の占有期間を考慮すると、こちらも増加は困難である。

しかしながら、受講希望者数を考慮すると、何かしらの受け皿が必要である。

表 11 「放射性ストロンチウム分析法」講座の受講者数の推移

	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度
募集人数	6	6	6	6	6
受講希望者数	9	9	11	15	13
受講者数	6	6	8	8	7
キャンセル待ち	3	3	3	7	6

そこで、既存の「放射化学分析」の内容については必要なものに絞って平易にし、基礎的な事項を丁寧に説明するよう改善することとし、「放射性ストロンチウム分析法」の基礎課程を加え、放射化学分析（放射性ストロンチウム分析）の基礎を知りたい方のための講座にリニューアルすることを提案したい。

これにより、放射化学分析（放射性ストロンチウム分析法）の基礎課程を学びたい放射能分析の担当課員等は「放射化学分析」を、分析技術を学びたい放射性ストロンチウム分析実務担当者は「放射性ストロンチウム分析法」をと、受講者の棲み分けができると考える。

5.3 分析・測定データの品質の保証

第 3 章「確認試験の実施状況」で述べたとおり、放射性物質の濃度の分析・測定データについては、ISO/IEC17025 の考え方に沿って品質を保証することが望ましく、そのためには、試料の採取からデータの評価に至る一連の行為のすべての段階が適正であることが求められている。そのためには、調査に用いられる機器・装置の品質の保証はもちろんのこと、従事する職員の教育及び訓練も重要となってくる。

「平常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）」ではさらに、一連の行為を総合的に評価するため、放射性物質の濃度の定量に関しては、環境放射能に関する分析専門機関との試験所間比較分析（クロスチェック）及び技能試験（プロフィシエンシーテスト）を定期的実施する必要があるとしている。試験所間比較分析や技能試験では、放射能濃度と不確かさを報告するのが通例で、ISO/IEC17025 においても、試験所（分析機関）が備えるべき力量として「不確かさを評価すること」が求められている。この「不確かさ」の考え方を学ぶ機会を各講座に取り入れ、従前に加えてより初心者にもわかりやすく解説することを提案したい。

(白 紙)

參考資料

(白 紙)

平成31年度研修講座実施日程

4月							5月							6月						
日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土
	1	2	3	4	5	6				1	2	3	4							1
7	8	9	10	11	12	13	5	6	7	8	9	10	11	2	3	4	5	6	7	8
14	15	16	17	18	19	20	12	13	14	15	16	17	18	9	10	11	12	13	14	15
21	22	23	24	25	26	27	19	20	21	22	23	24	25	16	17	18	19	20	21	22
28	29	30					26	27	28	29	30	31		23/30	24	25	26	27	28	29
7月							8月							9月						
日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土
	1	2	3	4	5	6					1	2	3	1	2	3	4	5	6	7
7	8	9	10	11	12	13	4	5	6	7	8	9	10	8	9	10	11	12	13	14
14	15	16	17	18	19	20	11	12	13	14	15	16	17	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	18	19	20	21	22	23	24	22	23	24	25	26	27	28
28	29	30	31				25	26	27	28	29	30	31	29	30					
10月							11月							12月						
日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土
		1	2	3	4	5						1	2	1	2	3	4	5	6	7
6	7	8	9	10	11	12	3	4	5	6	7	8	9	8	9	10	11	12	13	14
13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16	15	16	17	18	19	20	21
20	21	22	23	24	25	26	17	18	19	20	21	22	23	22	23	24	25	26	27	28
27	28	29	30	31			24	25	26	27	28	29	30	29	30	31				
1月							2月							3月						
日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土
			1	2	3	4							1	1	2	3	4	5	6	7
5	6	7	8	9	10	11	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	13	14
12	13	14	15	16	17	18	9	10	11	12	13	14	15	15	16	17	18	19	20	21
19	20	21	22	23	24	25	16	17	18	19	20	21	22	22	23	24	25	26	27	28
26	27	28	29	30	31		23	24	25	26	27	28	29	29	30	31				

研修修了証明書

〇〇〇〇殿

上記の者は、公益財団法人日本分析センターにおける環境放射能分析研修を修了したことを証明する。

講座名 : 〇〇〇〇〇〇〇〇

研修期間 : 令和 年 月 日～ 月 日

令和 年 月 日

公益財団法人日本分析センター

理事長 〇〇〇〇 印

講座名 _____

令和 年 月 日() ~ 月 日()

本研修講座に対する意見・要望等をご記入下さい。ご協力の程よろしくお願いいたします。

ご回答者：所属 _____ 氏名 _____

1. 受入れについて (受講者数、時期、期間など)

① 人数 (名) :	多い・適当・少ない (意見 :)
② 時期 () :	早い・適当・遅い (意見 :)
③ 期間 (日間) :	長い・適当・短い (意見 :)
④ その他		

2. 講義、実習等について (内容、テキスト、時間配分など)

月日	講師名	時間	講義・実習等	評価 (上段)、ご意見・ご要望等 (下段)
/ ()				良 ← 5 4 3 2 1 → 悪
/ ()				良 ← 5 4 3 2 1 → 悪
/ ()				良 ← 5 4 3 2 1 → 悪
/ ()				良 ← 5 4 3 2 1 → 悪

受講者アンケート

3. 今後新規開設を希望する講座

--

4. その他（全体的感想など）

--

(白 紙)

リサイクル適性 (A)

この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。