

平成 28 年度
環境放射能核種分析研修事業報告書

平成 29 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 28 年度原子力施設等防災対策等委託費（環境放射能核種分析研修）」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平成 28 年度「環境放射能核種分析研修」の成果をとりまとめたものです。

目 次

第1章	環境放射能核種分析研修の概要	1
第2章	各研修講座の実施状況	4
2.1	環境放射能分析の入門	4
2.2	環境放射能分析の基礎	5
2.3	ガンマ線スペクトロメトリー概論	5
2.4	放射化学概論	6
2.5	環境試料の採取及び前処理法	7
2.6	放射性ストロンチウム分析法	7
2.7	アルファ放射体分析及び迅速分析法	9
2.8	トリチウム分析法	10
2.9	ゲルマニウム半導体検出器による測定法	10
2.10	ゲルマニウム半導体検出器による測定法 (緊急時)	11
2.11	緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法	12
第3章	技能試験の実施状況	14
3.1	ガンマ線スペクトロメトリー概論	14
3.2	放射性ストロンチウム分析法	14

第 1 章 環境放射能核種分析研修の概要

平成 28 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. 環境放射能核種分析の研修

環境放射能分析・測定に関する入門、基礎及び専門の各研修講座（11 種 18 講座）を設け、環境放射能調査の実務に即した技術研修を行った。各研修講座の名称、日程、受講者数を表「平成 28 年度環境放射能核種分析研修講座一覧」に、都道府県ごとの受講者数を表「都道府県ごとの受講者数」に示す。

各研修講座の実施状況は、第 2 章に示す。

また、技能試験を「ガンマ線スペクトロメトリー概論」及び「放射性ストロンチウム分析法」の 2 種 3 講座で実施した。これらの実施状況は、第 3 章に示す。

なお、本研修講座のうち、「アルファ放射体分析及び迅速分析法」講座は、当センターむつ分析科学研究所（青森県むつ市）で行った。その他の講座は、千葉本部（千葉県千葉市）で行った。

B. 教材の作成等

各講座で用いるテキストは新規に作成、または適宜改訂し、原子力防災対策指針及びその補足参考資料「緊急時モニタリングについて」に準ずるものとした。また、講義資料には放射能測定法シリーズの改訂等の最新情報を提供できるよう心掛けた。

平成 28 年度環境放射能核種分析研修講座一覧

講 座 名			日数	日 程	募集 人数	受講 者数
入門	1	環境放射能分析の入門（第 1 回）	2	8/30～31	10	11
		環境放射能分析の入門（第 2 回）	2	9/28～29	10	10
		環境放射能分析の入門（第 3 回）	2	10/12～13	10	9
基礎	2	環境放射能分析の基礎（第 1 回）	2	10/27～28	10	9
		環境放射能分析の基礎（第 2 回）	2	11/10～11	10	6
	3	ガンマ線スペクトロメトリー概論（第 1 回）	3	10/31～11/2	10	3
		ガンマ線スペクトロメトリー概論（第 2 回）	3	12/13～15	10	4
	4	放射化学概論	1	8/10	10	7
専門	5	環境試料の採取及び前処理法	4	2/28～3/3	8	7
	6	放射性ストロンチウム分析法	9	9/26～10/6	6	6
	7	アルファ放射体分析及び迅速分析法	7	9/7～15	5	3
	8	トリチウム分析法	4	10/4～7	8	8
	9	ゲルマニウム半導体検出器による測定法（第 1 回）	7	9/6～14	10	11
		ゲルマニウム半導体検出器による測定法（第 2 回）	7	10/18～26	10	9
		ゲルマニウム半導体検出器による測定法（第 3 回）	7	11/29～12/7	10	10
	10	ゲルマニウム半導体検出器による測定法(緊急時)	4	12/19～22	8	5
	11	緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法（第 1 回）	2	7/28～29	10	4
緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法（第 2 回）		2	8/25～26	10	4	
合 計			70		165	126

都道府県ごとの受講者数

都道府県	人数	都道府県	人数
北海道	4	滋賀県	4
青森県	9	京都府	3
岩手県	0	大阪府	0
宮城県	2	兵庫県	0
秋田県	1	奈良県	1
山形県	3	和歌山県	0
福島県	30	鳥取県	2
茨城県	7	島根県	4
栃木県	0	岡山県	2
群馬県	1	広島県	2
埼玉県	1	山口県	2
千葉県	0	徳島県	2
東京都	0	香川県	1
神奈川県	1	愛媛県	3
新潟県	3	高知県	3
富山県	2	福岡県	3
石川県	3	佐賀県	4
福井県	3	長崎県	2
山梨県	1	熊本県	0
長野県	1	大分県	2
岐阜県	1	宮崎県	1
静岡県	5	鹿児島県	3
愛知県	2	沖縄県	1
三重県	1	合計	126

第2章 各研修講座の実施状況

2.1 環境放射能分析の入門

(1) 実施期間及び受講者数

- 第1回 平成28年8月30日(火)～31日(水) 11名
(福島県(2)、石川県、三重県、滋賀県、奈良県、岡山県、山口県、徳島県、高知県、宮崎県)
- 第2回 平成28年9月28日(水)～29日(木) 10名
(山形県、福島県、群馬県、福井県、静岡県、滋賀県、京都府、長崎県、大分県、沖縄県)
- 第3回 平成28年10月12日(水)～13日(木) 9名
(福島県(3)、茨城県、福井県、長野県、愛知県、広島県、佐賀県)

(2) カリキュラム

	午 前		午 後
第1日	講義・実習 低バックグラウンド β 線測定		実習 環境試料の採取及び前処理法
第2日	講義 放射化学分析法概論	講義・実習 午後と同じ	講義・実習 市販プログラムによる γ 線スペクトル解析

(3) コメント

a) 受入人数

- (第1回) 「适当」が11名
(第2回) 「适当」が10名
(第3回) 「适当」が9名

b) 実施時期

- (第1回) 「早い」が2名、「适当」が2名、「遅い」が7名
(第2回) 「适当」が1名、「遅い」が9名
(第3回) 「适当」が7名、「遅い」が2名

c) 実施期間

- (第1回) 「适当」が7名、「短い」が4名
(第2回) 「适当」が8名、「短い」が2名
(第3回) 「适当」が6名、「短い」が3名

2.2 環境放射能分析の基礎

(1) 実施期間及び受講者数

- 第1回 平成28年10月27日(木)～28日(金) 9名
(北海道、青森県、福島県、茨城県、埼玉県、滋賀県、京都府、岡山県、福岡県)
- 第2回 平成28年11月10日(木)～11日(金) 6名
(北海道、青森県、山形県、福島県、石川県、静岡県)

(2) カリキュラム

	午 前	午 後	
第1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	
第2日	講義・実習 γ 線スペクトロメトリー、市販プログラムによる γ 線スペクトル解析	講義・実習 γ 線スペクトロメトリー、市販プログラムによる γ 線スペクトル解析 (午前のつづき)	講義 緊急時における γ 線スペクトロメトリー

(3) コメント

a) 受入人数

- (第1回) 「適当」が9名
(第2回) 「適当」が6名

b) 実施時期

- (第1回) 「適当」が7名、「遅い」が2名
(第2回) 「適当」が3名、「遅い」が3名

c) 実施期間

- (第1回) 「適当」が9名
(第2回) 「適当」が5名、「短い」が1名

2.3 ガンマ線スペクトロメトリー概論

(1) 実施期間及び受講者数

- 第1回 平成28年10月31日(月)～11月2日(水) 3名
(青森県、福島県、香川県)
- 第2回 平成28年12月13日(火)～15日(木) 4名
(青森県、茨城県、京都府、福岡県)

(2)カリキュラム

	午 前	午 後	
第 1 日	講義 環境放射線概論	講義・実習 試料前処理法 試料前処理（海産生物等）	実習 Ge 測定実習 （測定開始）
第 2 日	講義 ガンマ線スペクトロメトリー基礎	講義 ガンマ線スペクトロメトリー基礎 （午前のつづき）	実習 Ge 測定実習 （測定終了）
第 3 日	実習 データ解析実習	実習 データ解析実習 （午前のつづき）	講義 原発事故関連試料 の γ 線スペクトロ メトリー

(3)コメント

a)受入人数

（第 1 回） 「適当」が 1 名、「少ない」が 2 名

（第 2 回） 「適当」が 3 名、「少ない」が 1 名

b)実施時期

（第 1 回） 「適当」が 2 名、「遅い」が 1 名

（第 2 回） 「適当」が 2 名、「遅い」が 2 名

c)実施期間

（第 1 回） 「適当」が 3 名

（第 2 回） 「適当」が 4 名

2.4 放射化学概論

(1)実施期間及び受講者数

平成 28 年 8 月 10 日(水) 7 名

（青森県、福島県(3)、茨城県、静岡県、佐賀県）

(2)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 放射線の検出と測定	講義 放射化学分析法の基礎

(3)コメント

a)受入人数 「適当」が 7 名

b)実施時期 「早い」が 1 名、「適当」が 4 名、「遅い」が 2 名、
「不明」が 1 名

c)実施期間 「適当」が 5 名、「短い」が 2 名

2.5 環境試料の採取及び前処理法

(1) 実施期間及び受講者数

平成 29 年 2 月 28 日(火)～3 月 3 日(金) 7 名

(宮城県、福島県(2)、富山県、愛媛県、高知県、鹿児島県)

(2) 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	実習 海水 A・B① (サンプリング、AMP 処理) 海産生物① (魚の分割処理、乾燥) 陸水① (サンプリング)	
第 2 日	実習 海水 A・B② (AMP デカンテーション・マウント・乾燥、水酸化物生成) 陸水② (蒸発濃縮) 海産生物② (灰化)	実習 海水 A・B③ (硫化物生成、MnO ₂ 吸着) 土壌① (サンプリング、乾燥)	
第 3 日	実習 海水 A・B④ (マウント、混合、乾燥) 陸水③ (蒸発濃縮、乾燥)	実習 陸水④ (乾固 (測定試料調製)) 野菜 (洗浄、前処理) 土壌② (粉碎、混合)	
第 4 日	実習 海水 A・B⑤ (測定試料調製) 海産生物③ (灰出し、ふるい分け)	講義・実習 不確かさの求め方	

海水 A は水酸化物法、海水 B は二酸化マンガンを示す。

実習には緊急時対を含む。

(3) コメント

a) 受入人数 「適当」が 6 名、「少ない」が 1 名

b) 実施時期 「適当」が 1 名、「遅い」が 6 名

c) 実施期間 「適当」が 7 名

2.6 放射性ストロンチウム分析法

(1) 実施期間及び受講者数

平成 28 年 9 月 26 日(月)～10 月 6 日(木) 6 名

(福島県(3)、茨城県、福井県、鹿児島県)

(2)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			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(迅速分析法含 む)
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	実習 安定元素の 分析方法		実習 (灰)G4 フィルター秤量、スハベソソソ、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			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		講義 ストロンチ ウムの迅速 分析法
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・演習 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。

(3)コメント

- a)受入人数 「适当」が6名
- b)実施時期 「早い」が1名、「适当」が2名、「遅い」が3名
- c)実施期間 「長い」が1名、「适当」が5名

2.7 アルファ放射体分析及び迅速分析法

(1) 実施期間及び受講者数

平成 28 年 9 月 7 日(水)～15 日(木) 3 名
(福島県(2)、鳥取県)

(2) カリキュラム

	午 前		午 後		
第 1 日	実習 Pu(α)、Pu(迅速)、U(α、ICP) : サンプリング、加熱処理 Pu(α) : [紹介] 海水の鉄共沈、灰 試料の分解	講義 午後と 同じ	講義 α 放射体分析法 概論 (Pu、U を 中心に)	講義 プルトニウム 迅速分析法概 論 (ICP-MS 迅速 分析)	実習 Pu(迅速) : M. W 分解
第 2 日	実習 Pu(α) : 酸浸出、ろ過、濃縮 Pu(α) : [紹介] 海水のデカンテーション U(α) : 酸浸出、乾固		実習 Pu(α) : 濃縮、価数調整 U(α) : 溶解、ろ過 U (ICP) : 酸浸出、ろ過、測定試料溶液の調製 Pu(迅速) : M. W 分解、蒸発濃縮		
第 3 日	実習 Pu(α) : ろ過、イオン交換 U(α) : 溶媒抽出 Pu(迅速) : 価数調整		実習 Pu(α) : イオン交換 U(α) : 溶媒抽出、蒸発乾固、酸分解 Pu(迅速) : 価数調整		
第 4 日	実習 Pu(α) : 溶離液の分解・乾固 U(α) : 電着 Pu(迅速) : 価数調整、ろ過		実習 Pu(α) : 電着 U(α) : 電着 Pu(迅速) : イオン交換(硝酸系)	講義・実習 不確かさの 求め方	実習 Pu(α) : 電着 Pu(迅速) : イオン交換(酢酸系))
第 5 日	実習 Pu(迅速) : 蒸発乾固 Am(迅速) : フッ化物共沈		講義 α 線スペクト ロメトリー概 論	実習 Am(迅速) : α 線計測 Pu(迅速) : イオン交換(酢酸系) Pu(α) : [紹介] 灰の分解	
第 6 日	実習 Pu(迅速)、U (ICP) : 測定試料溶液の調製		実習 Pu(迅速)、U (ICP) : ICP-MS 測定		
第 7 日	実習 分析結果の比較、質疑応答				

M.W : マイクロウェーブ

(3) コメント

- a) 受入人数 「適当」が 3 名
- b) 実施時期 「適当」が 3 名
- c) 実施期間 「適当」が 3 名

2.8 トリチウム分析法

(1) 実施期間及び受講者数

平成 28 年 10 月 4 日(火)～7 日(金) 8 名

(青森県、宮城県、福島県、茨城県、新潟県、静岡県、愛媛県、
福岡県)

(2) 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）		
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	講義 不確かさの求め方	講義 被ばく線量評価	

(3) コメント

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

2.9 ゲルマニウム半導体検出器による測定法

(1) 実施期間及び受講者数

第 1 回 平成 28 年 9 月 6 日(火)～14 日(水) 11 名

(北海道、福島県(3)、神奈川県、富山県、岐阜県、愛知県、島根県、広島県、大分県)

第 2 回 平成 28 年 10 月 18 日(火)～26 日(水) 9 名

(北海道、秋田県、石川県、山梨県、鳥取県、徳島県、愛媛県、高知県、長崎県)

第 3 回 平成 28 年 11 月 29 日(火)～12 月 7 日(水) 10 名

(福島県(4)、茨城県、新潟県(2)、静岡県、島根県、佐賀県)

(2) 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 (午前のつづき)
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 ピーク中心チャンネルと半値幅の計算、エネルギー校正	演習 ピーク効率曲線の作成① (エネルギー依存性)
第 4 日	演習 ピーク効率曲線の作成② (幾何学的依存性)	演習 放射能濃度の計算
第 5 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 6 日	実習 市販ソフトウェアによるスペクトル解析③	実習 市販ソフトウェアによるスペクトル解析④
第 7 日	実習 不確かさの具体的算出	

(3) コメント

a) 受入人数

- (第 1 回) 「適当」が 10 名、「不明」が 1 名
- (第 2 回) 「適当」が 9 名
- (第 3 回) 「適当」が 10 名

b) 実施時期

- (第 1 回) 「早い」が 1 名、「適当」が 8 名、「遅い」が 1 名、
「不明」が 1 名
- (第 2 回) 「適当」が 6 名、「遅い」が 2 名、「不明」が 1 名
- (第 3 回) 「適当」が 4 名、「遅い」が 6 名

c) 実施期間

- (第 1 回) 「長い」が 2 名、「適当」が 8 名、「不明」が 1 名
- (第 2 回) 「長い」が 3 名、「適当」が 5 名、「短い」が 1 名
- (第 3 回) 「適当」が 10 名

2.10 ゲルマニウム半導体検出器による測定法 (緊急時)

(1) 実施期間及び受講者数

平成 28 年 12 月 19 日(月)～22 日(木) 5 名
(青森県、福島県(2)、佐賀県、鹿児島県)

(2) カリキュラム

	午 前	午 後	
第 1 日	講義 緊急時環境放射線モニタリング	講義 事故後における 当センターの連続 モニタ実測例	講義・実習 試料採取法
第 2 日	実習 測定試料の調製①	実習 測定試料の調製②	
第 3 日	実習 緊急時スペクトルの解析①	実習 緊急時スペクトルの解析②	
第 4 日	実習 緊急時スペクトルの解析③		

(3) コメント

- a) 受入人数 「適当」が 4 名、「少ない」が 1 名
- b) 実施時期 「適当」が 3 名、「遅い」が 2 名
- c) 実施期間 「適当」が 5 名

2.11 緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法

(1) 実施期間及び受講者数

- 第 1 回 平成 28 年 7 月 28 日(木)～29 日(金) 4 名
(山形県、福島県、滋賀県、山口県)
- 第 2 回 平成 28 年 8 月 25 日(木)～26 日(金) 4 名
(青森県(2)、島根県(2))

(2) 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 トロメトリ概論	講義 ガンマ線スペクトロメト リ概論 (午前のつづき)	講義 緊急時におけるガンマ 線スペクトルの実際
第 2 日	実習 緊急時におけるスペクトル解析実習		実習 緊急時におけるスペクトル解析実習 (午前のつづき)	

(3) コメント

- a) 受入人数
 - (第 1 回) 「適当」が 3 名、「少ない」が 1 名
 - (第 2 回) 「適当」が 4 名

b)実施時期

(第1回) 「早い」が1名、「適当」が3名

(第2回) 「適当」が3名、「遅い」が1名

c)実施期間

(第1回) 「適当」が3名、「短い」が1名

(第2回) 「適当」が3名、「短い」が1名

第3章 技能試験の実施状況

3.1 ガンマ線スペクトロメトリー概論

(1) 実施期間及び参加者数

第1回 試料配付 平成28年12月1日(木)
報告期限 平成29年2月10日(金)
参加者数 3名
(青森県、福島県、香川県)

第2回 試料配付 平成28年12月13日(火)
報告期限 平成29年2月20日(月)
参加者数 4名
(青森県、茨城県、京都府、福岡県)

(2) 試料 土壌粉末試料 (U8 容器入り)

(3) 判定基準 対象核種(Cs-137、Cs-134、K-40)について不確かに基づく En 数が1.0以下であること

(4) 報告及び判定

報告者数 7名
判定 7名とも En 数が1.0以下であった

3.2 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 平成28年11月17日(木)
報告期限 平成29年2月17日(金)
参加者数 6名
(福島県(3)、茨城県、福井県、鹿児島県)

(2) 試料 灰試料

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

(4) 報告及び判定

報告者数 4名 (2名は未報告)
判定 4名とも En 数が1.0以下であった

リサイクル適正の表示：印刷用の紙にリサイクルできます。

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料「Aランク」のみを用いて作製しています。