

令和 2 年度
環境放射能分析研修事業報告書

令和 3 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規制庁の「令和2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）」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令和2年度「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

第1章	環境放射能分析研修の概要	1
第2章	各研修講座の実施状況	4
2.1	環境放射能分析及び測定	4
2.2	ゲルマニウム半導体検出器による測定法の基本	7
2.3	放射化学分析	9
2.4	放射線の人体影響概論	10
2.5	環境試料の採取及び前処理法	11
2.6	ゲルマニウム半導体検出器による測定法	13
2.7	放射性ストロンチウム分析法	17
2.8	トリチウム分析法	20
2.9	プルトニウム分析法	22
2.10	緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法	24
2.11	環境放射線モニタリングにおける被ばく線量評価法	26
2.12	環境ガンマ線量率測定法	28
2.13	ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法	29
2.14	今後新規開設を希望する講座	31
第3章	オンライン研修	32
3.1	研修の実施方法	32
3.2	オンライン研修に関するアンケート結果	34
第4章	確認試験の実施状況	36
4.1	ゲルマニウム半導体検出器による測定法	36
4.2	放射性ストロンチウム分析法	36

第1章 環境放射能分析研修の概要

1. 委託業務の目的

本事業では、原子力施設等からの影響を調査するため、地方公共団体の職員が実施する環境放射能分析業務の技術向上に資するために研修を行う。東京電力福島第一原子力発電所事故を受けて、モニタリングの品質保証が国際的に重要なテーマとなっており、放射線測定や核種分析技術の斉一化が求められている。このような状況を踏まえ、各都道府県の実務担当者を対象に技術研修を行い、環境放射能分析及び放射線測定に係る技術水準の維持・向上を図る。

2. 委託業務の概要

公益財団法人日本分析センター（以下、「分析センター」という。）が令和2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

環境放射能分析における放射線・放射能分析につ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・効果的な取得を目的とする「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能調査の実務に則した技術研修を行った（13種18講座）。

各研修講座の名称、日数、日程、募集人数、受講者数を表1-1「令和2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1-2「都道府県ごとの受講者数」に示す。各講座の実施状況については第2章に示す。

なお、令和2年4月7日に新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言が出されたことにより、4月から7月に研修開始時期を延期し、研修日程を組みなおした。また、分析センターに来所できない受講生のために、一部の講座（3種4講座）についてはオンライン研修を併設し、受講者を受け入れた。オンライン研修の実施状況については、第3章に示す。

B. 教材の作成等

各講座で用いるテキストは、「放射能測定法シリーズ」及び原子力規制委員会が策定した「原子力災害対策指針（令和元年7月3日一部改正）」等を踏まえ作成した。

C. 研修におけるフォローアップ対応

研修効果等の確認のために標準試料を用意し、「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」の2種4講座で確認試験を実施した。確認試験の実施状況は、第4章に示す。

表 1-1 令和 2 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	7/6~10	10	8
		環境放射能分析及び測定(第 2 回)	5	8/24~28	10	4
		環境放射能分析及び測定(第 3 回)	5	10/12~16	10	8
	2	ゲルマニウム半導体検出器による測定法の基本	3	7/20~22	10	8
	3	放射化学分析	3	9/23~25	10	5
4	放射線の人体影響概論*	1	11/24	20	20 (14)	
専門	5	環境試料の採取及び前処理法	4	9/29~10/2	8	8
	6	ゲルマニウム半導体検出器による測定法(第 1 回)	5	7/13~17	10	7
		ゲルマニウム半導体検出器による測定法(第 2 回)	5	8/31~9/4	10	8
		ゲルマニウム半導体検出器による測定法(第 3 回)	5	11/9~13	10	5
	7	放射性ストロンチウム分析法	9	7/27~8/6	6	5
	8	トリチウム分析法	4	10/27~30	8	8
	9	プルトニウム分析法	5	10/5~9	6	3
	10	緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法(第 1 回)*	3	12/15~17	10	10(7)
		緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法(第 2 回)*	3	1/13~15	10	6(6)
	11	環境放射線モニタリングにおける被ばく線量評価法*	4	2/2~5	12	8(8)
	12	環境ガンマ線量率測定法	5	12/7~11	10	9
	13	ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法	4	11/17~20	8	4
				合計	178	134(35)

* オンライン研修を実施した講座 受講者数のカッコ内の数字はオンライン受講者の内数を示す

表 1-2 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	3	滋賀県	8
青森県	10	京都府	1
岩手県	1	大阪府	0
宮城県	0	兵庫県	0
秋田県	0	奈良県	1
山形県	10	和歌山県	0
福島県	21	鳥取県	0
茨城県	6	島根県	6
栃木県	5	岡山県	0
群馬県	1	広島県	2
埼玉県	2	山口県	0
千葉県	3	徳島県	0
東京都	4	香川県	0
神奈川県	1	愛媛県	0
新潟県	10	高知県	4
富山県	0	福岡県	3
石川県	3	佐賀県	6
福井県	8	長崎県	0
山梨県	1	熊本県	1
長野県	2	大分県	1
岐阜県	0	宮崎県	1
静岡県	5	鹿児島県	3
愛知県	0	沖縄県	1
三重県	0	合計	134

第2章 各研修講座の実施状況

2.1 環境放射能分析及び測定

(1) 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2年7月6日（月）～10日（金） 8名
（青森県、山形県、福島県、東京都、新潟県、福井県、静岡県、島根県）

第2回 令和2年8月24日（月）～28日（金） 4名
（山形県、滋賀県(2)、高知県）

第3回 令和2年10月12日（月）～16日（金） 8名
（北海道、青森県、福島県、栃木県、福井県、山梨県、広島県、佐賀県）

(2) 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	

(3) 受講者からのアンケート結果

a) 受入人数

第1回 「適当」7名、「少ない」1名

第2回 「適当」3名、「少ない」1名

第3回 「適当」7名、「少ない」1名

b) 実施時期

第1回 「適当」3名、「遅い」5名

第2回 「適当」3名、「遅い」1名

第3回 「適当」8名

c) 実施期間

第1回 「適当」8名

第2回 「適当」3名、「長い」1名

第3回 「適当」8名

d) 講義、実習等

第 1 回

講義・実習	講義・実習名	評価
講義	放射線と放射能	4.4
講義	環境 γ 線量測定法	4.8
実習	環境 γ 線量測定法	4.3
講義	緊急時の環境 γ 線量測定	4.8
講義	放射化学分析法概論	4.5
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）	4.6
講義・実習	低バックグラウンド β 線測定	4.6
講義・実習	環境試料の採取及び前処理法	4.4
講義・実習	α 線スペクトロメトリー	4.6
講義・実習	液体シンチレーション測定法	4.6
講義	γ 線スペクトロメトリー	4.8
実習	市販プログラムによる γ 線スペクトル解析	4.4
	平均値	4.6

第 2 回

講義・実習	講義・実習名	評価
講義	放射線と放射能	4.0
講義	環境 γ 線量測定法	4.3
実習	環境 γ 線量測定法	4.3
講義	緊急時の環境 γ 線量測定	4.0
講義	放射化学分析法概論	3.8
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）	4.0
講義・実習	低バックグラウンド β 線測定	4.3
講義・実習	環境試料の採取及び前処理法	4.3
講義・実習	α 線スペクトロメトリー	4.0
講義・実習	液体シンチレーション測定法	3.8
講義	γ 線スペクトロメトリー	4.3
実習	市販プログラムによる γ 線スペクトル解析	4.0
	平均値	4.1

第3回

講義・実習	講義・実習名	評価
講義	放射線と放射能	4.6
講義	環境 γ 線量測定法	4.5
実習	環境 γ 線量測定法	4.5
講義	緊急時の環境 γ 線量測定	4.6
講義	放射化学分析法概論	4.8
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）	4.4
講義・実習	低バックグラウンド β 線測定	4.8
講義・実習	環境試料の採取及び前処理法	4.6
講義・実習	α 線スペクトロメトリー	4.8
講義・実習	液体シンチレーション測定法	4.3
講義	γ 線スペクトロメトリー	4.3
実習	市販プログラムによる γ 線スペクトル解析	4.1
	平均値	4.5

*評価は、3を基準とした加点・減点方式の5段階評価を採用し、講義・実習ごとの平均値を示した（研修に係る客観的指標として、受講生の意見とともに内容の改善に利用している）。

e) その他意見等

第1回

- ・ 経験をしたことのない実習、見たことのない機器や、聞いたことはあってもどんなものか分からなかったもの等々、多くの体験をさせていただいた。講義以外の質問にも丁寧に対応していただいた。
- ・ 業務で触れている内容について理解が進み、非常に得るものが大きい研修だった。業務で行わない測定も、水準調査事業全体で行っている内容に触れることができ、各都道府県の担当者と交流もできたので満足している。
- ・ 環境放射能分析と測定について、基礎的な知識を学ぶことができ良い研修だった。個人的にはもう少し実習の割合が多くても良いのではと思った。
- ・ 放射性物質の基礎から放射性物質測定の原理や各測定法の特徴について実習も交えてご指導いただき、非常に勉強になった。

第2回

- ・ 本研修を通して、放射能についてさまざまなことを学ぶことができた。講義だけではなく実習もあり、実際に試料の処理や測定もさせていただいた。

- ・ 実習をとまなわれない講義についてはオンライン開催にするなど今後の方針が決定すれば教えていただきたい。

第3回

- ・ テキストも分かり易く、豊富な経験と知見をもった講師からの説明は今後の分析と測定を始める当方としては受講でき、大変よかった。また、分析センターの職員の方からも丁寧な対応をいただいた。
- ・ 研修を通して、自分が担当している業務について詳しく知ることができたとともに、担当していない分析についてもおおまかな流れ等知ることができ、今後の業務の参考になることばかりであった。
- ・ 普段の業務の中ではなかなか得られない基礎知識や、装置の仕組み（内部構造など）を知ることができて、有意義な研修だった。
- ・ 基調講義から実習という流れで理解しやすかった。実際に調査や分析を行われている講師の方々の生の話が聞けて実務にすぐに役立てられそうな部分も多かった。今後は他の研修コースも受講してみたい。
- ・ 他道県の方と情報交換等、交流ができ講義だけでなく、有意義な時間を過ごすことができた。また、他の方との実習の機会をさらに増やしていただきたい。

2.2 ゲルマニウム半導体検出器による測定法の基本

(1) 実施期間及び受講者数

令和2年7月20日（月）～22日（水） 8名

（福島県(2)、千葉県、新潟県、長野県、滋賀県、高知県、鹿児島県）

(2) カリキュラム

	午 前		午 後	
第1日	講義 放射線と放射能	講義 JCACにおける 分析・測定業 務の実際	講義 環境試料の採 取と前処理法	実習 環境試料の前処理法
第2日	実習 環境試料の前処理法（つづき）		実習 環境試料の前処理法（つづき）	実習 測定試料の調製（灰試 料、陸水、土壌）
第3日	講義 γ線スペクトロメトリ ーの基礎	演習 市販ソフトウ ェアによるス ペクトル解析	演習 市販ソフトウェアによるスペクト ル解析（つづき）	

(3) 受講者からのアンケート結果

- a) 受入人数 「適当」8名
b) 実施時期 「適当」2名、「遅い」6名

c)実施期間 「適当」 8名

d)講義、実習等

講義・実習	講義・実習名	評価
講義	放射線と放射能	3.6
講義	JCACにおける分析・測定業務の実際	4.5
講義	環境試料の採取と前処理法	4.3
実習	環境試料の前処理法	4.8
実習	環境試料の前処理法（つづき）	4.4
実習	測定試料の調製（灰試料、陸水、土壌）	4.5
講義	γ線スペクトロメトリーの基礎	4.6
演習	市販ソフトウェアによるスペクトル解析	4.1
	平均値	4.4

e)その他意見等

- ・ ゲルマニウム半導体検出器が置いてある部屋を見学した際には、検体の取り間違え防止策や、コンタミ防止のためにしていることを教えていただいた。また、試料の前処理でも野菜の切り方や試料の詰め方など、参考になる情報を得ることが出来た。
- ・ コロナの影響により基礎的な講習の機会のないまま分析業務に従事することになったため、実際の業務を通して個々の手順についてほぼ一通り学んできたが、本講習を受講することでそれらの断片的な知識を全体の流れの中で整理することで、さらに理解を深めることができた。
- ・ ゲルマニウム検出器について、縦型、L字型等の違いや MCA とはなにか等の機器の詳細の解説があればよかった。
- ・ 前処理については、当県以外のやり方を知ることができてよかった。原理等についても、丁寧に教えていただいて理解が進んだ。
- ・ この4月から放射能測定の担当になったばかりだったので、基本的なことが学べて非常によかった。レベル的にもちょうど良かった。自分の機関とやり方が少し違うものもあり、参考になった。
- ・ どの講師の方も、研修生の立場で解かり易さを重視して努力されていると感じた。昨年度は2つの研修を受けたので、今回はそれらの復習ができた。重複する内容についても、1年目とは違う目線で研修を受けられた。
- ・ 短い期間の中で、ポイントを押さえた講義内容であり、今後の業務に活かすことのできる、大変有益な研修であった。

2.3 放射化学分析

(1) 実施期間及び受講者数

令和2年9月23日(水)～25日(金)

5名

(福島県(2)、茨城県、静岡県、鹿児島県)

(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 放射性核種の紹介	講義 放射線と物質の相互作用 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		講義 放射化学分析法(放射性ストロンチウム分析法)	実習 放射性ストロンチウム分析工程解説
第3日	実習 化学分離操作体験		実習 化学分離操作体験(つづき)、ベータ線計測体験	

(3) 受講者からのアンケート結果

- a) 受入人数 「適当」4名、「少ない」1名
- b) 実施時期 「適当」4名、「遅い」1名
- c) 実施期間 「適当」5名
- d) 講義、実習等

講義・実習	講義・実習名	評価
講義	放射性物質とその性質	3.8
講義	放射性核種の紹介	4.4
講義	放射線と物質の相互作用 放射化学分析への応用	4.0
講義	医学薬学領域への応用	4.2
講義	環境科学への応用	4.4
講義	放射化学分析法(放射性ストロンチウム分析法)	4.4
実習	放射性ストロンチウム分析工程解説	4.8
実習	化学分離操作体験	4.8
実習	化学分離操作体験(つづき) ベータ線計測体験	4.8
	平均値	4.4

e) その他意見等

- ・ 研修を通して、放射性核種の特徴や科学利用について、理解を深めることができ、非常に勉強になった。
- ・ 放射性ストロンチウム分析の実習が追加され、放射化学分析を体験することができ、良い経験になった。来年度以降についても放射性スト

ロンチウム分析の実習がカリキュラムの中に含まれていると放射化学分析が初めての方についてはよい経験になると思われるので引き続き、カリキュラムの中に含まれるようお願いしたい。

- ・ ストロンチウムの分析工程については、これまで分析業務に携わっていなかったが、丁寧に説明していただき、おおまかな流れがわかった。また、なぜその作業を行う必要があるのか、気を付けるべき点がどこかを理解することができた。
- ・ 実習では、丁寧に御指導いただき研修後の実務にすぐ活かせると実感できた。
- ・ 実際の分析操作を経験することができ、大変有意義だった。放射線の利用や歴史も学ぶことができ、分析業務の全体像が分かった。次回はストロンチウム研修を受講したい。

2.4 放射線の人体影響概論 [オンライン研修併設講座]

(1) 実施期間及び受講者数

令和2年11月24日(火) 20名(うち千葉本部6名、オンライン14名)

千葉本部 (青森県(2)、滋賀県(2)、福岡県、佐賀県)

オンライン (山形県、福島県(2)、茨城県(2)、栃木県、群馬県、東京都、福井県、長野県、滋賀県、京都府、島根県、高知県)

(2) 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

(3) 受講者からのアンケート結果

- a) 受入人数 「適当」16名、「少ない」4名
- b) 実施時期 「適当」15名、「遅い」4名、「意見なし」1名
- c) 実施期間 「適当」16名、「短い」3名、「意見なし」1名

d) 講義、実習等

講義・実習	講義・実習名	評価
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）	4.0
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	3.9
講義	内部被ばく 生物学的線量評価	4.0
講義	放射線防護と線量限度	3.7
講義	低線量放射線被ばくの影響	3.9
	平均値	3.9

e) その他意見等

- ・ 実際の業務では、災害時の放射線管理を担うことも想定されることから、実務における線量限度の考え方や放射線管理方法についても触れただけにとよかったと思う。
- ・ 説明される内容が高度で詳しく、レベルの高いものであった。充実した内容だった。
- ・ 放射線の人体影響についてさまざまな事例を通して説明していただき大変参考になった。
- ・ 業務においては評価基準や評価手法を実施するだけで、内容の理解が追い付いていないことがある。今回の研修を通じてそういった点の確認・理解ができ、非常に意義があった。

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

令和2年9月29日（火）～10月2日（金） 8名

（埼玉県、東京都、神奈川県、新潟県、島根県、高知県、福岡県、佐賀県）

(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 陸水①（サンプリング）	実習 海産生物①（魚の分割処理、乾燥）、 野菜①（洗浄、前処理、乾燥）	実習 海水①（サンプリング、AMP処理）

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 -乾燥）、陸水②（蒸発濃縮）	実習 海水（MnO ₂ 吸着） 陸水③（蒸発濃縮）	実習 土試料
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 緊急時	実習 海水⑤
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）、陸水⑤（乾固 （測定試料調製））	講義・実習 不確かさの求め 方	

(3) 受講者からのアンケート結果

- a) 受入人数 「適当」 8 名
b) 実施時期 「適当」 5 名、「遅い」 3 名
c) 実施期間 「適当」 8 名
d) 講義、実習等

講義・実習	講義・実習名	評価
講義	環境試料の採取と前処理法	3.9
実習	陸水①（サンプリング）	3.5
実習	海産生物①（魚の分割処理、乾燥）、野菜①（洗浄、前処理、乾燥）	4.6
実習	海水①（サンプリング、AMP 処理）	3.9
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-乾燥）、陸水②（蒸発濃縮）	4.6
実習	海水③（MnO ₂ 吸着）、陸水③（蒸発濃縮）	4.3
実習	土試料	4.3
実習	海水④（マウント、乾燥）、陸水④（蒸発濃縮、乾燥）	4.0
実習	緊急時	4.6
実習	海水⑤	4.1
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）	4.6
実習	陸水⑤（乾固、測定試料調製）	4.3
講義・実習	不確かさの求め方	4.3
	平均値	4.2

e) その他意見等

- ・ 講師の方が研修生の進み具合に合わせていたので、良かった。
- ・ 研修の内容も申し分なく、講師の説明も丁寧で分かり易かったので、参加してよかったと思える内容の研修であった。また、すぐに現場で活かせる内容でもあるので、戻ったら職場内で共有して普段の試料調製にも活かしていきたい。

- ・ コロナの真っ只中で参加に関して少し心配していたところもあったが、感染防止策も十分取れていたので安心して4日間の研修に臨むことができた。大型水盤や大気浮遊じん、また土壌試料のU8詰めなどの最終工程まで出来なかったものもあったので、そこをもう少し含めていただけると嬉しいように感じた。
- ・ 全般、すべての講師の方々が丁寧で分かりやすい説明だった。
- ・ 実習全般において、今回のように前処理に癖が少ない簡単な試料のほか、癖がありコツが必要な試料も用いて実施できると嬉しい。
- ・ 本講座は新しく水準調査の担当になった職員は必ず受講しておいたほうがよいので、年間2回程度開催していただければ、多くの自治体が助かると思われるので、ぜひ検討をお願いしたい。

2.6 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 令和2年7月13日(月)～17日(金) 7名

(青森県、岩手県、山形県、福島県(2)、埼玉県、静岡県)

第2回 令和2年8月31日(月)～9月4日(金) 8名

(山形県、福島県、千葉県、新潟県、石川県(2)、奈良県、福岡県)

第3回 令和2年11月9日(月)～13日(金) 5名

(福島県、島根県、広島県、熊本県、沖縄県)

(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
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	演習 スペクトル解析実習②
第4日	演習 市販ソフトウェアによるスペクトル解析	演習 市販ソフトウェアによるスペクトル解析(つづき)
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

(3) 受講者からのアンケート結果

a) 受入人数

第1回 「適当」6名、「意見なし」1名

第2回 「適当」8名

第3回 「適当」5名

b) 実施時期

第1回 「適当」5名、「早い」1名、「意見なし」1名

第2回 「適当」7名、「遅い」1名

第3回 「適当」4名、「遅い」1名

c) 実施期間

第1回 「適当」5名、「長い」1名、「意見なし」1名

第2回 「適当」7名、「長い」1名

第3回 「適当」4名、「長い」1名

d) 講義、実習等

第1回

講義・実習	講義・実習名	評価
講義	γ 線スペクトロメトリーの基礎	4.4
講義	γ 線スペクトロメトリーの基礎	4.4
実習	測定試料の調製（灰試料、土試料等）	4.4
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）	4.6
実習	スペクトル解析実習①	4.4
演習	スペクトル解析実習②	4.2
演習	市販ソフトウェアによるスペクトル解析	4.5
演習	市販ソフトウェアによるスペクトル解析（つづき）	4.6
講義	緊急時におけるガンマ線スペクトル解析の実際	4.4
実習	不確かさの具体的算出	4.3
	平均値	4.4

第2回

講義・実習	講義・実習名	評価
講義	γ 線スペクトロメトリーの基礎	4.8
講義	γ 線スペクトロメトリーの基礎	4.8
実習	測定試料の調製（灰試料、土試料等）	4.4
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）	4.4
実習	スペクトル解析実習①	4.5
演習	スペクトル解析実習②	4.5

演習	市販ソフトウェアによるスペクトル解析	4.6
演習	市販ソフトウェアによるスペクトル解析 (つづき)	4.6
講義	緊急時におけるガンマ線スペクトル解析の実際	4.8
実習	不確かさの具体的算出	4.9
	平均値	4.6

第3回

講義・実習	講義・実習名	評価
講義	γ 線スペクトロメトリーの基礎	4.4
講義	γ 線スペクトロメトリーの基礎	4.4
実習	測定試料の調製 (灰試料、土試料等)	4.2
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)	4.2
実習	スペクトル解析実習①	4.4
演習	スペクトル解析実習②	4.6
演習	市販ソフトウェアによるスペクトル解析	3.8
演習	市販ソフトウェアによるスペクトル解析 (つづき)	3.6
講義	緊急時におけるガンマ線スペクトル解析の実際	4.4
実習	不確かさの具体的算出	4.4
	平均値	4.2

e) その他意見等

第1回

- ・ 通常業務の中では担当となる分析測定についてまとまって学習する時間はなかなか確保できないため、こういった機会に学習できたことはとても有意義だった。また、各講師での体験談を踏まえた内容もあり、今後の参考となる情報も得られることができたことも大変助かった。
- ・ 新型コロナウイルス感染症の影響もあり、今後こういった研修がどういう形になるのか不明なところはあるが、専門知識を学ぶ機会はそのようなため、可能な範囲で継続して頂けたらと思う。
- ・ 感染症対策のため、仕方がないところもあるが、研修生相互のコミュニケーションが足りなかったと思う。もっと時期をずらすか、今年は特別なので中止の選択もあったのではないかな。
- ・ 休憩が多めだったので、集中力を切らさずに研修に臨めた。新型コロナウイルスで大変な時期ではあったが、いろいろな方と交流ができて良かった。
- ・ 時間をかけてじっくり解説して頂いたのがとてもためになった。また、研修生の皆様とお話しできたのも有意義だった。

第2回

- ・ 実習で分からないところはすぐにサポートしていただき、円滑に5日間の研修を終えることが出来た。
- ・ ホワイトボードを使って説明してくれたり、ノートに書き写している時間を取ってくれるので、一つ一つ理解しながら進められた。
- ・ 講義内容を見ると5日間は適当に思うが、子供が小さかったりすると1週間家を空けることが大変だったりもするため、座学についてはオンラインや録画等の対面式ではない方法も検討してほしい。
- ・ 校正の方法等の実習で、実際に使用しているソフトウェアで操作できたのは実用的で勉強になった。
- ・ 意見交換などができる機会があると良かった（折角、別の自治体が集まっているので、他の自治体の手法を情報収集する良い機会だと思う。）。
- ・ スペクトル解析については、数値入力等の作業が多いように感じた。それよりも、スペクトルの解析方法（サムスペクトル等の見分け方等）を学びたかった。
- ・ コロナの影響で、時間外のコミュニケーションが難しく、講師や他県の方々との顔のつながりを作ることが難しいと思った。
- ・ 今年度から担当となり、所内マニュアルや前任者のデータを見よう見まねで測定をしており、根拠が分からず不安だったことが解消され、とても参考になった。
- ・ やはり震災を経験された知見が一番記憶に残る。自治体によって違うと思うが、人事異動で放射能業務に携わる期間は限られている。その中で、通常、値の出ない放射能分析では結果に対して、他の環境分析（行政上対応する頻度が多い）に比べて真剣さが甘いおそれがある。しかし発災時には、その時の担当が踏ん張るしかないのだが、平時から発災時を見据えていないと対応できるか不安だった。今回の研修で知り得た知識をフル活用できるかは分からないが、研修前よりは自信がついた。
- ・ キャンセル待ちになるような研修は、本研修のように回数を増やして頂けると助かる。

第3回

- ・ 現在の分析装置は測定から解析までかなりの部分が自動化されていて、多くの場合はマニュアル的に操作するだけでおおむね問題なく分析が行えてしまう。しかし、測定や解析の原理や仕組みを理解しておくことで、予期せぬ結果が得られた場合の原因と対策を見つけやすくなる

と思う。

- ・ゲルマニウム半導体検出器による測定は、測定自体は簡易である反面、正確性や信頼性が測定者に大きく寄与するものであると思っているので、PCで処理をしている中身や原理を学べたのはとても有意義だった。
- ・木曜日以外の講義については特に初見でも難易度は低く、理解しやすかったが、木曜日の演習は急にハードルが上がり、さらにタイトなスケジュールである印象を受けた。本研修を受けるには多少の測定経験が必要であると感じた。
- ・マスク着用、検温やアルコール消毒、講義室の換気や空気清浄器の設置等コロナウィルス対策をしっかりと行っているため安心して研修に臨むことができた。本研修は以前は期間が長かったものを5日間に短縮して内容を削っている部分があると聞いたので、可能ならその部分を参考資料として確認できればよいと思う。

2.7 放射性ストロンチウム分析法

(1) 実施期間及び受講者数

令和2年7月27日(月)～8月6日(木)

5名

(青森県、福島県、新潟県、石川県、佐賀県)

(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		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	演習 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	演習 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) 受講者からのアンケート結果

- a) 受入人数 「適当」5名
- b) 実施時期 「適当」4名、「遅い」1名
- c) 実施期間 「適当」5名
- d) 講義、実習等

講義・実習	講義・実習名	評価
実習	(灰、灰 _s)試料秤量、酸分解 (土、土 _s)試料秤量、500℃加熱	4.4
講義	放射化学分析法概論	4.2
講義	放射性ストロンチウム分析法解説	4.6
実習	(灰)酸抽出、ろ過、炭酸塩沈殿生成 (土、土 _s)酸浸出	4.4
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	4.6
実習	(灰)塩酸溶解、蒸発乾固、樹脂調製 (土)炭酸塩生成	4.4
実習	(灰)塩酸(1+23)溶解、ろ過、樹脂カラム作製、試料吸着	4.8
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	4.8
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	4.8
実習	(灰)硝酸乾固、カラム再生	4.6
講義	安定元素の分析方法	4.4

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	4.6
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	4.4
講義	ストロンチウムの迅速分析法	4.2
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	4.6
実習	(灰 _s) ICP-AES [Ca] 試料希釈、測定	4.2
実習	(灰 _s) ICP-AES [Ca] 試料希釈、測定	4.2
実習	(灰)ミルキング	4.8
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	4.4
演習	放射能濃度の計算方法	4.6
講義・演習	不確かさの求め方	4.2
演習	放射能測定データの解析、データ整理	4.2
	平均値	4.5

e) その他意見等

- ・ 研修を通して、普段の業務中に感じた、疑問点や不明点を解決することができた。また、現在行っている検討事項やこれから行うべきことについてのアドバイスなどももらえ、大変実りのある研修になったと思う。
- ・ 今まで行っていた操作において細かいところで違っていたので、今回の研修を通して見直しすることができた。
- ・ 受講人数が少ないため、希望のとおり受講できないことが多く、当県では以前に一般向け研修を受講したこともある。当県では放射性ストロンチウム測定を実施可能な人員が常に 1~2 人しかいない状況であるため、可能であれば複数回の実施等を検討していただきたい。
- ・ コロナ禍により受講が困難であった場合、精度管理測定の対応が非常に厳しくなることが想定されていたが、受講できたことにより、例年どおり対応できそうであり、非常にありがたいと思う。
- ・ 実際に実習を行うとさらに詳細に手技について知ることができたため、現在の手順の見直しに加え、実験操作の自信を持つことができた。
- ・ 原理等を知ることによって結果を確認する際に必要な知見を改めて学習することができた。

- ・ ストロンチウム分析はほかの分析と比べても工程数が多く長いものとなっているが、最初から最後まで一連の前処理及び測定に関して、工程ごとに丁寧に、そして効率よく学ばせていただいた。

2.8 トリチウム分析法

(1) 実施期間及び受講者数

令和2年10月27日（火）～30日（金）

8名

（青森県、茨城県、新潟県、福井県、滋賀県、島根県、佐賀県、鹿児島県）

(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）	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 つづき	講義 被ばく線量評価	

(3) 受講者からのアンケート結果

- 受入人数 「適当」8名
- 実施時期 「適当」5名、「遅い」3名
- 実施期間 「適当」8名
- 講義、実習等

講義・実習	講義・実習名	評価
講義	トリチウム分析法概論（迅速分析法含む）	4.4
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	4.8
実習	燃焼、還流 測定条件の設定①	4.5
実習	測定条件の設定② クエンチング補正曲線の作成	4.4

実習	還流後の常圧蒸留 電解濃縮法の終了	4.8
実習	測定試料の調製（迅速分析法）	4.6
講義	不確かさの求め方	4.6
実習	測定試料の調製（迅速分析法）	4.6
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	4.1
講義	被ばく線量評価	4.1
	平均値	4.5

e) その他意見等

- ・ いろいろな分析法を実習させていただき、とても参考になった。また、様々な種類の環境試料を用意いただき、分析経過の観察や結果の比較ができたのもよかった。
- ・ トリチウム測定は現在担当外だが、1F 汚染水の海洋放出の時期や状況によって当県では今後測定試料が増えることが予想されるので、実習を通して一連の流れを理解でき、とても有意義な研修だった。
- ・ 今回のトリチウム分析研修で、トリチウムにも種類があることを知り、測定したいトリチウムの種類ごとの前処理の方法や効果を、実習を通して知ることができた。またブラックボックスと化していた測定も、何をしているかを、得られた測定データから補正曲線の作成や手動計算で算出することを通して理解することができた。標準試料の調製方法や、保管方法などの基本的なことや、普段のトリチウム分析での疑問点も丁寧に教えていただいた。
- ・ 研修で分析の流れ等を勉強するだけでなく、実際、業務を行っている他県の方々の実際の話をお聞きできたことは良い成果となり、当研修を受講することができ良かったと感じた。実習では、時間の都合上成功例だけでなく失敗例（リカバー含）も経験できるとより勉強になると思う。
- ・ 手順書などには無いようなちょっとしたコツみたいなものも聞いたのが良かった。
- ・ 普段のルーチンでは減圧蒸留→液シン測定→エクセルデータに転記して放射能濃度算出、ということしか行ってなかったもので、これらの原理や考え方など、前処理・測定・解析それぞれ学ぶことができ、大変参考になった。また、大気中トリチウム、生物試料トリチウム、電解

濃縮法、カラム分離法など、ルーチンでは行っていない、触れる機会
のなかったトリチウムに前処理操作を包括的に体験することができ、
こちらは大変参考になった。

- ・ 今回の研修受講を契機にルーチンで使用しているデータや測定条件の
確認を行い、今後のためにマニュアルの見直しを行いたいと思う。
- ・ 実習主体であったため、実務に近い項目が多いなかで自分が行ってい
ない操作・手法について行うことができ勉強になった。

2.9 プルトニウム分析法

(1) 実施期間及び受講者数

令和2年10月5日（月）～9日（金）

3名

（青森県、福島県、新潟県）

(2) 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 (デモ) (迅速)：サンプリング、 M.W抽出 (デモ)	実習 (通常)：酸抽出 (迅速)：蒸発濃縮、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

(3) 受講者からのアンケート結果

- 受入人数 「適当」1名、「少ない」2名
- 実施時期 「適当」3名
- 実施期間 「適当」3名

d) 講義、実習等

講義・実習	講義・実習名	評価
講義	(通常):分析法概論 (迅速):分析法概論	4.3
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)	4.3
実習	(通常):酸抽出 (迅速):蒸発濃縮、価数調整、ろ過	4.3
実習	(通常):ろ過、濃縮 (迅速):イオン交換分離 (硝酸系)	4.3
実習	(通常):濃縮、価数調整 (迅速):イオン交換分離 (硝酸系)	4.3
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)	4.3
講義	α 線スペクトロメトリー概論	4.3
講義	ICP-MS 測定概論	4.0
実習	(通常):蒸発乾固 (迅速):蒸発乾固、測定溶液の調製	4.3
実習	(通常):電着、 α 線測定開始 (迅速):ICP-MS 測定	4.7
講義	不確かさの求め方概論	4.0
講義	(迅速):結果の講評	4.0
講義	(通常):結果の講評	4.3
	平均値	4.3

e) その他意見等

- ・ 質問等しやすい雰囲気、とても勉強になった。結構、当県と違うところがあり、改善を検討しようと思うが、一部ではどちらが良いとか正しいかはっきりしないということもあり、分析センターと言えどカチカチに固まった方法だけで分析しているわけではなく、苦悩したり、工夫したりしながらやっていることがわかり、良かった。実際に分析するものとして、マニュアルに沿って行うだけではなく、自分で考えて分析することが大切だと学ばせていただいた。
- ・ 講座や実習以外にもその合間の意見交換が大変ためになった。

2.10 緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法 [オンライン研修併設講座]

(1) 実施期間及び受講者数

第1回 令和2年12月15日(火)～17日(木) 10名

(うち千葉本部3名、オンライン7名)

(千葉本部：北海道、青森県、福島県)

(オンライン：山形県(2)、東京都、新潟県、静岡県、大分県、宮崎県)

第2回 令和3年1月13日(水)～15日(金) 6名

(オンライン6名)

(オンライン：山形県(2)、福島県(2)、栃木県、新潟県)

(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ー概論	講義 ガンマ線スペクトロメトリー概論(つづき)
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
第3日	実習 緊急時におけるスペクトル解析実習		講義 緊急時におけるガンマ線スペクトルの実際

(3) 受講者からのアンケート結果

a) 受入人数

第1回 「適当」9名、「少ない」1名

第2回 「適当」5名、「少ない」1名

b) 実施時期

第1回 「適当」8名、「遅い」2名

第2回 「適当」6名

c) 実施期間

第1回 「適当」9名、「短い」1名

第2回 「適当」6名

d) 講義、実習等

第1回

講義・実習	講義・実習名	評価
講義	ガンマ線測定の基礎	4.2
講義	ガンマ線スペクトロメトリー概論	4.2
講義	ガンマ線スペクトロメトリー概論(つづき)	4.2
実習	緊急時におけるスペクトル解析実習	4.4
実習	緊急時におけるスペクトル解析実習	4.4

実習	緊急時におけるスペクトル解析実習	4.4
講義	緊急時におけるガンマ線スペクトルの実際	4.1
	平均値	4.3

第2回

講義・実習	講義・実習名	評価
講義	ガンマ線測定の基礎	3.8
講義	ガンマ線スペクトロメトリー概論	4.0
講義	ガンマ線スペクトロメトリー概論(つづき)	3.8
実習	緊急時におけるスペクトル解析実習	4.0
実習	緊急時におけるスペクトル解析実習	4.0
実習	緊急時におけるスペクトル解析実習	4.2
講義	緊急時におけるガンマ線スペクトルの実際	4.2
	平均値	4.0

e) その他意見等

第1回

- ・ コロナ禍で大変な状況のなかであったが、オンライン及び出席者に対して講師が丁寧に講義を進めており、理解を深めることができた。
- ・ 講義だけでなく実習の時間も多く確保されており、とてもわかりやすい講義だったため研修を受けてよかった。
- ・ 目的として研修を受けるのもあるが、日ごろの疑問点など直接質問できる機会なので有意義な時間だと思う。
- ・ ガンマ線測定の基礎やスペクトロメトリー概論は、以前の研修で学習した内容を振り返る良い機会となった。また、研修も丁寧に説明いただき分かりやすかった。
- ・ 半分以上の内容がガンマスペクトル基礎コースと一緒だったのは少し残念だったが、事故当時のスペクトル解析や逐次壊変核種の扱い方に関する実習講義を経験できたことは大変参考になった。
- ・ 緊急時におけるガンマ線スペクトル解析ということで、私自身は北朝鮮の核実験程度であまり経験を積めていないが、チェルノブイリや福島第一原子力発電所事故などを経験された方のお話はとても貴重で重要であると思った。
- ・ サムピークやバックグラウンドの影響を考慮したスペクトル解析を行う必要があり、実際のスペクトル例をみながら注意点を確認できたことは大変参考になった。

第2回

- ・ 前回もオンラインで研修を受講させていただいたが、今回は実習もある研修であり、上手く講義についていけるか不安な部分もあったが、スムーズに受講することができた。
- ・ 福島第一原発事故時に、ゲルマニウム半導体検出器が出したスペクトロメトリーの結果（帳票）を用いて、その結果が妥当か検証する実習があると良かった。
- ・ 昨年の基礎研修を受講したが、その後に疑問に思っていた点等が解決され、非常に有意義なものとなった。また、日頃解析ソフト任せにしている点について、考え方を一つ一つ確認することができた。
- ・ 現在当県のゲルマニウム分析において検出される人工放射性核種はCs-134 及び 137 以外ない。そのような中で 1F 事故直後の貴重なデータを解説付きで解析できることは貴重な機会であり、緊急時への備えとしても非常に重要であると感じている。

2.11 環境放射線モニタリングにおける被ばく線量評価法

[全面オンライン研修講座]

(1) 実施期間及び受講者数

令和3年2月2日（火）～5日（金） 8名（オンライン8名）
（オンライン：山形県、福島県、茨城県、栃木県(2)、福井県、滋賀県、島根県）

(2) カリキュラム

	午 前	午 後
第1日	講義 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 線量評価の実際
第4日	講義・演習 外部被ばく線量推定	講義・演習 外部被ばく線量推定（つづき）

(3) 受講者からのアンケート結果

- a) 受入人数 「適当」5名、「少ない」2名、「意見なし」1名
- b) 実施時期 「適当」6名、「遅い」2名
- c) 実施期間 「適当」5名、「短い」2名、「長い」1名

d) 講義、実習等

講義・実習	講義・実習名	評価
講義	放射性核種とモニタリング	3.9
講義・演習	大気・陸圏の放射性核種の挙動	3.4
講義・演習	水圏の放射性核種の挙動	2.6
講義・演習	内部被ばく線量推定	3.1
講義・演習	リスクコミュニケーション	4.4
講義・演習	線量評価の実際	4.0
講義・演習	外部被ばく線量推定	3.8
講義・演習	外部被ばく線量推定 (つづき)	4.2
	平均値	3.7

e) その他意見等

- ・ 本講座は講義メインであったため、オンラインでも問題なかったように思う。思ったよりスムーズで音声等も問題なく、快適だった。今後も講義メインの講座は、オンラインでの受講の選択ができるといいと思う。
- ・ 大学の先生方はオンライン講義に慣れているのもあると思うが、解説をしながら資料に手書きで説明文を加えたりして、わかりやすく工夫されていると思った。
- ・ リスクコミュニケーションの講義では、風評被害についての対策等について、受講生同士で意見交換ができる時間があるとよかったと思う。
- ・ 講義によって難易度の差が大きく、特に、放射性物質の環境中の挙動は難解だった。実務上、使用する場面も多くないと思うので、被ばく線量の推定に係る内容のウェイトを増やし、より詳しくご説明いただく方がよいと思う。
- ・ 講師の方の説明を聞くことで、本を読んだだけではわからなかったことが理解できたのでとてもよかった。
- ・ 稀に通信状況が一時的に悪くなることがあったが、進行に大きな影響は出ず、問題ない範囲であったと思う。
- ・ 全体的に、分かりやすい資料を準備していただいた。

2.12 環境ガンマ線量率測定法

(1) 実施期間及び受講者数

令和2年12月7日(月)～11日(金) 9名

(北海道、福島県(2)、茨城県、千葉県、新潟県、福井県(2)、佐賀県)

(2) 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(つづき)	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	講義 空間線量率測定の実際と外部被ばく線量評価	

(3) 受講者からのアンケート結果

- a) 受入人数 「適当」9名
- b) 実施時期 「適当」8名、「遅い」1名
- c) 実施期間 「適当」9名
- d) 講義、実習等

講義・実習	講義・実習名	評価
講義	環境放射線モニタリング	4.6
講義	環境 γ 線量率測定	4.8
講義	環境 γ 線量率測定(つづき)	4.6
実習	遮へい、距離、散乱線	4.9
実習	測定器、機器構成、機器調整	4.6
実習	各種線量計によるin-situ測定	4.7
実習	各種線量計によるin-situ測定(つづき)	4.6
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)	4.6
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)	4.7
実習	連続測定データの評価	4.6

講義	走行サーベイ	4.7
実習	走行サーベイ	4.6
実習	表面汚染測定	4.7
講義	ダストモニタ等紹介	4.6
講義	人工放射性核種寄与分の弁別	4.7
講義	空間線量率測定の実際と外部被ばく線量評価	4.8
	平均値	4.7

e) その他意見等

- ・ 座学だけでなく、実際の機器を自分で使って実習することで、機器の特性などを実感することができ、非常にタメになる講義だった。また、他県と情報共有できる場でもあったので、大変貴重な機会になったと思う。
- ・ 各班に分かれて、機器測定を実施する実習が多くあった。実際に機器に触れ、測定することにより理解が深まったが、もう少し簡略化しても良いように感じた（コロナ対策により、細かい班分けをした結果なのかもしれないが）。
- ・ 分析センターや他自治体の実情を聞くことが出来てよかった。
- ・ 実習が多く、体験的に学ぶことができた。今後も引き続き実習を大切にしてほしい。
- ・ 今まで曖昧な知識でしかなかったガンマ線に関する情報を深く知ることができたと感じている。特に京大サーバを用いた走行サーベイの実習や、外部講師の方の講座など、今後の業務に活かせる貴重な体験をさせていただいて、非常に有意義な時間を過ごすことができたと思う。

2.13 ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法

(1) 実施期間及び受講者数

令和2年11月17日（火）～20日（金） 4名
（青森県、福島県、福井県、静岡県）

(2) 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	講義 in-situ 測定法 活用例	講義 福島第一原子力発電 所事故に伴う放射性 物質の分布状況調査 における in-situ 測定 法の活用

(3) 受講者からのアンケート結果

- a) 受入人数 「適当」 1 名、「少ない」 3 名
- b) 実施時期 「適当」 1 名、「遅い」 3 名
- c) 実施期間 「適当」 3 名、「短い」 1 名
- d) 講義、実習等

講義・実習	講義・実習名	評価
講義	可搬型 Ge 半導体検出器を用いた in-situ 測定法	4.3
実習	機器調整	3.8
実習	スクレーパープレートによる土壌採取①	4.3
実習	スクレーパープレートによる土壌採取②	4.0
実習	採取試料の調製	3.5
実習	in-situ 測定	3.5
実習	データ解析 (β 値算出、in-situ 測定結果解析)	3.0
講義	in-situ 測定法活用例	4.5
講義	福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の分布状況調査にお ける in-situ 測定法の活用	4.5
	平均値	3.9

e) その他意見等

- ・ in-situ について仕組みをわからずに測定していた部分が多く、今回の研修で理解が進んだ。
- ・ 講義は適宜、質問に回答いただけたので良かった。各自治体との情報共有も全員でできたので良かった。
- ・ 測定法シリーズに書いてあることと講義内容がリンクするように説明された方が、測定法シリーズを読み返した時に助けになると思った。

2.14 今後新規開設を希望する講座

今後新規開設を希望する講座などについて受講者からのアンケート結果は次のとおりである。

- ・ 水準調査に特化した研修
- ・ 原発立地県向け、非立地県向けの前処理研修
- ・ ダストモニタ、ヨウ素モニタの機器や測定結果の評価に関する講座
- ・ NaI(Tl)シンチレーション検出器の専門研修
- ・ NaI スペクトルデータを用いた解析について
- ・ 原子力災害対策指針の補足資料に関する講座（国の担当者を講師として）
- ・ 緊急時に特化した講座、緊急時のモニタリングに関する研修
- ・ 被ばくした後の処置方法について
- ・ NaI を使った食品検査機器やホールボディカウンターの扱い方
- ・ 野外等でのサーベイメータを使った線量測定や線量計の扱い方
- ・ サーベイメータや可搬型ゲルマニウム半導体検出器を用いた走行測定法について
- ・ ICP-MS による放射性物質の定性・定量方法など
- ・ ストロンチウム迅速分析法
- ・ ウラン分析
- ・ α 放射体分析及び迅速分析法
- ・ 炭素 14（農作物）ベンゼン合成
- ・ 精度管理（品質保証）
- ・ 不確かさ概論
- ・ 既存の講座の増設（基礎講座、ストロンチウム分析法、プルトニウム分析法、トリチウム分析法、前処理法等）

第3章 オンライン研修

3.1 研修の実施方法

(1) Zoom 会議システム

研修用の PC に Zoom 会議システムのアプリをインストールし、分析センター千葉本部にて事務局がホストとなり研修（会議）を開催、講師用 PC と受講生の PC 等を接続した。

(2) オンライン研修受講環境に係る事前調査結果

研修受講者がオンライン研修を受講できる環境にあるかどうかを確認するため、地方自治体の分析機関について事前アンケート調査を行った。41 機関からの回答があり、結果を表 3-1 に示す。

(3) オンライン研修実施状況

① 放射線の人体影響概論 [オンライン研修併設講座]

・オンライン参加者とその内訳

山形県、福島県(2)、茨城県(2)、栃木県、群馬県、東京都、福井県、長野県、滋賀県、京都府、島根県、高知県

② 緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法 [オンライン研修併設講座]

・オンライン参加者とその内訳

[第1回] 山形県(2)、東京都、新潟県、静岡県、大分県、宮崎県

[第2回] 山形県(2)、福島県(2)、栃木県、新潟県

③ 環境放射線モニタリングにおける被ばく線量評価法

[全面オンライン研修]

・オンライン参加者とその内訳

山形県、福島県、茨城県、栃木県(2)、福井県、滋賀県、島根県

表3-1 オンライン研修受講環境に係る事前調査結果について

① ウェブ会議システムの利用	あり	23機関	なし	18機関
② 利用したウェブ会議システムは？	Zoom	15機関	Cisco Webex	8機関
③ 環境放射能分析研修でオンライン研修を実施する場合参加する環境は整っているか	その他 参加できる (条件付含む)	Cisco Telepresence Sx20, 32機関	関係機関専用 参加できない	9機関
④ 参加できる(条件付き含む)と解答の方の使用可能な会議システム	Zoom	22機関	Cisco Webex	20機関
⑤ ③の条件付きの条件とは	その他	Cisco Telepresence Sx20, PCの数に限りがあるため、急な開催の場合は対応できない。 ・オンラインで受講できる居室が決まっており、利用状況によっては研修日に居室を確保できない	Cisco Webex	MS Teams 5機関
⑥ ③で参加できる環境でない理由		<ul style="list-style-type: none"> ・オンライン会議システムの機能によるファイルのダウンロード不可 ・ウェブ会議を行う際には制約があると聞いているが、条件等は不明 ・接続回線が不安定 ・回線の容量に上限があり、速度制限がかかる。 ・セキュリティ上、外部と接続できるネットワーク環境が整備されていない。 ・オンライン用PCが整備されていない。 		
⑦ その他 ご意見、ご要望		<ul style="list-style-type: none"> ・各研修における座学の講義は積極的にオンライン研修の利用を検討いただきたい。 ・オンラインで行われた講義を動画配信することなどにより、オンライン研修に参加できなかつた方も含めて視聴できるようにして欲しい。 ・講義のみオンラインにするのではなく、実習は概要のビデオ等にするなど工夫して、リモート参加できるようにして欲しい。 ・研修受講者全体の斉一化された対応は現状困難と思われる。 ・当機関には新任の担当者もいるため、取り急ぎ、短時間の基礎研修の受講を希望する。 ・なるべく多くの者が受講できることを期待する。 		

* アンケート対象：環境放射能水準調査実施機関(47都道府県)

* アンケート実施期間：2020年7月21日～8月19日

3.2 オンライン研修に関するアンケート結果

オンライン研修に係る研修環境及び内容の改善を目的に、受講者に以下の内容についてアンケート調査を実施した。その結果を表 3-2 に示す。

<聴き取り内容>

- ① 参加環境（受講場所、利用機器、OS バージョンなど）
- ② 通信状態（画像の見え方、音声の聞こえ方など）
- ③ 講義（進行ペース・時間配分、休憩のタイミングなど）
- ④ 事務局の対応（事前の案内、当日の対応など）
- ⑤ その他（オンライン研修に対する感想、要望など）

表3-2 オンライン研修に関するアンケート結果について

①参加環境	勤務先自席	会議室などの別室	自宅	その他
a) 受講場所	5名	22名	7名	1名
b) 利用機器	2名	25名	7名	1名
c) OSバージョン	26名	iPad OS14.0	2名	-
d) 接続方法	31名	ブラウザ (Google Chrome)	ブラウザ (Edge)	-
②通信状態				
a) 資料の見え方	32名	問題あり	-	-
b) 音声の聞こえ方	33名	問題あり	-	-
c) ヘッドフォン等の使用	14名	利用なし	-	-
③講義				
a) 進行ペース・時間配分	3名	ちょうどよい	遅い	-
b) 休憩のタイミング	2名	ちょうどよい	短い	-
c) 会場参加型との併用による不都合	19名	不都合あり	該当なし	-
d) Excelを使用した実習	10名	問題あり	該当なし	-
④事務局的対応				
a) 受講マニュアル	27名	普通	わかりにくい	-
b) 接続テスト	30名	役に立たなかった	不参加	-
c) オリエンテーションの進行、案内	35名	問題あり	-	-
d) 講義中のサポート	26名	普通	的確でない	-
⑤その他 ご意見、ご要望	<p>すべて座学である講座についてはオンライン研修でも問題なく受講できたので、今後も継続して実施して頂ければと思う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験を伴わない研修は、積極的にリモート対応してほしい。ただし、眼精疲労、肩こり、腰痛等、体調管理の観点から4日間が限度。 ・千葉県現地参加者の質問内容および回答がスピーディーかつ丁寧で、分りにくかった。 ・ホワイトボードを使用する際、画面共有を解除していただけたらと見やすくなると思う。あるいは画面共有したままペイントソフトなどを使用できるのではないかと。 ・画面共有による資料は問題なかったが、ホワイトボードはやはり少し見えづらく感じました。 ・当県ではZoomの使用が認められていないため、勤務先での受講はできなかった。 ・当方の仮想ブラウザの問題だと思いが、飛び飛びになるのか遅延するのか、音声と画面にずれがあった。 ・当方のPCスペック、回線によるものだと思うが、ノイズが多く聞き取りづらいついた。 ・当方のPCスペックによるものなのだと思うが、Excelの動作が不安定で重いという印象があった。 ・セキュリティー上Zoomを含め新規ソフトの導入が制限されており、ブラウザも県独自の仮想ブラウザでしか外部に接続できないため、別のパソコンで接続した。 ・画面がある程度大きいものが必要だった。自分の画面と講師の画面の2画面が同時に見えないと理解が難しい部分があった。 ・Excelを開きながらZoomを見る際、見たい部分の文字が小さくて見えにくかった。 ・公用iPadで接続予定だったが速度が遅いため、私物のスマートフォンを利用したが、画面が小さく見づらかった。 ・接続テストの際、PCスピーカーからの音声では音量が低く聞き取れなかったため、職場のヘッドセットを利用した。 ・勤務地での受講のため、休憩がとれずらい。 ・業務関係の電話を何度か取らざるを得ない状況になった。次回参加する際は別室か自宅を受講したいと考えている。 ・難しいかもしれないが関係が取らざるを得ない状況に陥らないようにしてほしい。 ・対面受講の方が理解しやすく、講師および他県の職員との交流も含め、現地への派遣が望ましいと思うが、リモートによるメリットもあるため今後とも選択肢として取り入れてほしいと思う。 ・特に問題もなく実施できたので良かった。新型コロナウイルスが終息した後も、リモート研修を選択できる遠隔地の方には便利かと思う。 			

* アンケート対象：オンライン研修受講者（計35名）

第4章 確認試験の実施状況

4.1 ゲルマニウム半導体検出器による測定法

(1) 実施期間及び参加者数

【第1回】 試料配付 令和2年7月17日

報告期限 令和2年8月28日

参加者数 7名（青森県、岩手県、山形県、福島県（2）、
埼玉県、静岡県）

【第2回】 試料配付 令和2年9月4日

報告期限 令和2年10月9日

参加者数 8名（山形県、福島県、千葉県、新潟県、石川県（2）、
奈良県、福岡県）

【第3回】 試料配付 令和2年11月13日

報告期限 令和2年12月24日

参加者数 5名（福島県、島根県、広島県、熊本県、沖縄県）

(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 20名

判定 20名とも En 数が 1.0 以下であった（表 4-1）

短時間測定、検出器不具合に伴う再測定 2 件あり。

4.2 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 令和2年8月6日

報告期限 令和2年11月6日

参加者数 5名（青森県、福島県、新潟県、石川県、佐賀県）

(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 5名

判定 4名が En 数が 1.0 以下であった(表 4-2)

1名は En 数が 1.0 を超えた原因を究明するため、
再ミルキング、再分析の検討等のフォローアップ
を行った。

表 4-1 確認試験結果一覧 (ゲルマニウム半導体検出器による測定法)

上段:報告値/下段:付与値

試料番号	Cs-134			Cs-137			K-40			
	Bq/kg	En数	判定	Bq/kg	En数	判定	Bq/kg	En数	判定	
第1回	1-1	59.7 ± 7.4	-0.1	満足	828 ± 99	-0.0	満足	506 ± 62	0.0	満足
		60.4 ± 1.9			830 ± 83			504 ± 18		
	1-2	58.3 ± 7.8	0.2	満足	786 ± 100	0.2	満足	498 ± 66	0.1	満足
		56.5 ± 1.9			765 ± 76			491 ± 18		
	1-3	80.5 ± 8.0	-0.3	満足	1110 ± 106	-0.1	満足	460 ± 47	-0.6	満足
		82.8 ± 2.2			1125 ± 112			491 ± 18		
	1-4	58.4 ± 6.9	-0.1	満足	780 ± 88	-0.1	満足	487 ± 57	-0.1	満足
		59.2 ± 6.2			798 ± 80			495 ± 53		
	1-5	50.5 ± 6.0	-0.6	満足	657 ± 75	-0.7	満足	446 ± 52	-0.8	満足
		54.1 ± 1.8			725 ± 72			491 ± 18		
	1-6	58.2 ± 7.1	0.1	満足	818 ± 96	0.3	満足	484 ± 60	0.0	満足
		57.1 ± 1.9			784 ± 78			481 ± 18		
	1-7	57.8 ± 5.5	-0.2	満足	759 ± 65	-0.4	満足	471 ± 44	-0.4	満足
		58.9 ± 1.9			799 ± 80			491 ± 18		
第2回	2-1	55.2 ± 5.8	0.4	満足	735 ± 69	-0.0	満足	464 ± 50	-0.6	満足
		52.9 ± 1.9			739 ± 74			496 ± 18		
	2-2	58.3 ± 7.0	0.2	満足	752 ± 86	0.1	満足	493 ± 59	-0.0	満足
		56.7 ± 1.9			746 ± 74			496 ± 19		
	2-3	53.4 ± 5.8	-0.5	満足	746 ± 76	-0.0	満足	481 ± 51	0.3	満足
		56.2 ± 1.9			748 ± 75			467 ± 18		
	2-4	54.9 ± 5.5	0.1	満足	724 ± 68	-0.0	満足	492 ± 49	-0.3	満足
		54.5 ± 1.9			728 ± 73			506 ± 18		
	2-5	52.6 ± 5.3	-0.4	満足	721 ± 68	-0.2	満足	465 ± 46	-0.4	満足
		55.0 ± 1.9			741 ± 74			487 ± 18		
	2-6	58.3 ± 6.3	0.3	満足	750 ± 78	0.0	満足	492 ± 53	-0.3	満足
		56.3 ± 1.9			747 ± 75			507 ± 18		
	2-7	59.1 ± 6.8	0.2	満足	810 ± 92	0.1	満足	501 ± 60	0.2	満足
		57.7 ± 1.9			797 ± 80			489 ± 18		
2-8	51.4 ± 5.9	-0.2	満足	700 ± 77	-0.1	満足	472 ± 54	-0.5	満足	
	52.8 ± 1.8			712 ± 71			499 ± 18			
第3回	3-1	57.6 ± 6.9	0.2	満足	793 ± 89	0.1	満足	463 ± 55	-0.6	満足
		56.3 ± 1.9			783 ± 78			496 ± 18		
	3-2	56.6 ± 5.6	-0.2	満足	761 ± 73	-0.1	満足	483 ± 48	0.1	満足
		57.8 ± 1.9			776 ± 77			479 ± 18		
	3-3	54.5 ± 5.9	-0.0	満足	722 ± 73	-0.2	満足	461 ± 49	-0.3	満足
		54.7 ± 1.9			738 ± 74			477 ± 18		
	3-4	52.2 ± 5.0	-0.7	満足	722 ± 62	-0.1	満足	485 ± 45	0.4	満足
		55.7 ± 1.9			729 ± 73			464 ± 18		
	3-5	53.8 ± 5.7	-0.3	満足	758 ± 75	-0.1	満足	475 ± 50	-0.4	満足
		55.7 ± 1.9			766 ± 77			498 ± 18		

* 誤差は拡張不確かさ(k=2)を示す。

* (再測定)1-5: 10000 秒測定の結果を 80000 秒測定結果と差替え

2-2: 検出器の不具合が判明し、別の検出器で測定した結果と差替え

表 4-2 確認試験結果一覧 (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	Sr-90			En 数	判定
	Bq/kg				
1-1	0.0477	±	0.0067	-0.1	満足
	0.0489	±	0.0083		
1-2	0.0926	±	0.0106	3.2	不満足
	0.0489	±	0.0083		
1-3	0.0500	±	0.0122	0.1	満足
	0.0489	±	0.0083		
1-4	0.0491	±	0.0055	0.0	満足
	0.0489	±	0.0083		
1-5	0.0521	±	0.0059	0.3	満足
	0.0489	±	0.0083		

*誤差は拡張不確かさ(k=2)を示す。

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。