２０２１比較委報告００１

令和３年度放射性物質測定調査委託費
（ＩＡＥＡとの試験所間比較分析の実施）
事業成果報告書

２０２２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 3 年度放射性物質測定調査委託費（IAEA との試験所間比較分析の実施）事業における委託業務として、公益財団法人日本分析センターが実施した成果を取りまとめたものです。

目　　次

１．件　　名 ---------- 1
２．目　　的 ---------- 1
３．実施期間 ---------- 1
４．業務実施内容 ---------- 1
(1) IAEA との試験所間比較分析に係る連絡・調整業務 ---------- 1
(2) 海水及び海底土の採取 ---------- 3
(3) 試料の前処理、分割、送付 ---------- 7
(4) 放射性核種の分析 ---------- 7
(5) 関係団体等への作業説明・申請・結果報告 ---------- 11
(6) 作業結果の取りまとめと報告 ---------- 11

別紙

別紙１　試料採取及び試料前処理に係る日程表---------- 12
別紙２　試料採取場所の地図---------- 14
別紙３　現地対応の状況---------- 15

別添

別添資料１　分析結果---------- 19

参考資料

参考資料１　IAEA との試験所間比較分析に係る試料採取
作業報告書 ---------- 33
参考資料２　海底土の前処理作業---------- 75
参考資料３　分析実施機関の分析結果---------- 87

１．件名

令和３年度放射性物質測定調査委託費（ＩＡＥＡとの試験所間比較分析の実施）事業

２．目的

現在、福島県沖を中心とする海洋モニタリングデータの国際的な信頼性・透明性の向上のため、原子力規制委員会は、IAEA との協力により試験所間比較分析（inter-laboratory comparison）を実施している。

この試験所間比較分析の一環として、IAEA が主導する ALMERA Network のメンバーである公益財団法人日本分析センター（以下「日本分析センター」という。）を中心とした体制を構築し、IAEA と共同で東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所付近の海域で海水及び海底土を採取・分析し、分析結果等を試験所間比較分析のために IAEA へ報告する。これらの結果を基に海洋環境試料の採取方法から放射能分析及び結果の評価に至る一連の工程を踏まえたモニタリングデータの国際的な比較・評価を中立公正な立場の IAEA 側から得ることにより、信頼できるモニタリングデータの提供並びに国際的な信頼性及び透明性の向上に資することを目的とする。

※ALMERA Network：IAEA の主導により 1995 年に設立され、IAEA 加盟国の分析機関をメンバーとするネットワーク。分析技術の維持・向上のための取組みや事故等の際の信頼性ある適時の環境モニタリングデータを共有するための活動を実施している。

３．実施期間

2021 年 9 月 28 日～2022 年 3 月 31 日

４．業務実施内容

(1) IAEA との試験所間比較分析に係る連絡・調整業務

IAEA 専門家と共同で、試料の採取等を行うにあたり、以下の連絡・調整を行った。

・試料の採取等の日程について、原子力規制庁からの連絡を受け、株式会社 KANSO テクノス（以下「KANSO テクノス」という。）を通じて、採取機材、船等の準備・手配に係る連絡及び調整を行った。試料採取のための船は IAEA 等の担当者が採取状況を確認するため、2 隻確保した。また、悪天候等で採

取日程が変更することを考慮し、確実に試料の採取が実施できるよう、傭船期間を確保した。

・IAEA 専門家と共同で試料の採取等を行うために必要な港、乗船場所、下船場所、サンプリングルート等に係る連絡及び調整を行った。

・IAEA との試験所間比較分析に係る試料採取及び前処理作業に参加した IAEA 専門家を表１に示す。

・IAEA 専門家らの移動の手配に係る連絡及び調整を行った。宿泊先[注1)]のリストを表２に示す。また、試料採取に伴う移動方法として、マイクロバスを手配し、IAEA 専門家らを宿泊先と乗船及び下船場所の港[注2)]の送迎を行った。

注１：IAEA 専門家の宿泊先は外務省で手配した。

注２：悪天候により作業船が出港できなかったため、港においてビデオ等により採取状況の確認を行った。

表１　IAEA 専門家リスト

所　属	氏名
IAEA Environment Laboratories	Mr. Paul Mc Ginnity
IAEA Environment Laboratories	Ms. Megan Cook
Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire,France (IRSN)	Mr. Christophe Ardois
Korea Institute of Nuclear Safety,Korea (KINS)	Mr. Daeji Kim
Karlsruhe Institute of Technology,Germany (KIT)	Mr. Christoph Josef Wilhelm

表２　宿泊先リスト

日　付	宿泊先
2021 年 11 月 7 日(日)～ 2021 年 11 月 10 日(水)	ハタゴイン福島広野 〒979-0403 福島県双葉郡広野町下浅見川広長 44-5
2021 年 11 月 8 日(月)～ 2021 年 11 月 9 日(火)	J ヴィレッジ 〒979-0513 福島県双葉郡楢葉町山田岡美シ森８
2021 年 11 月 10 日(水)～ 2021 年 11 月 12 日(金)	ハイアットセントリック銀座東京 〒104-0061 東京都中央区銀座 6-6-7

・試料の採取方法、均質化方法、分配方法、試料の送付方法、前処理方法、分析方法等に係る連絡及び調整を行った。
・日本分析センターで得られた分析結果については、IAEA 指定の報告様式にとりまとめ、2022 年 3 月に IAEA（Radiometrics Laboratory Environment Laboratories Department of Nuclear Sciences and Applications IAEA）宛に報告様式をメールにて報告した。
・業務実施に向けて必要な調整を、原子力規制庁担当官と適宜協議を行い実施した。原子力規制庁との打合せ内容について、以下に示す。

日時：第 1 回　2021 年 10 月 14 日（木）　9 時 15 分から 10 時 20 分
　　第 2 回　2021 年 10 月 29 日（金）　17 時 00 分から 18 時 00 分
場所：Web 開催
内容：海水・海底土の試料採取ならびに海底土の前処理における IAEA 専門家の立ち合いについて

・試料採取及び試料前処理に係る一連の行程を別紙 1 に示す。
・IAEA 専門家との試料採取及び試料前処理期間中における業務の進捗状況について、適宜、原子力規制庁担当官、日本分析センター関係者、KANSO テクノス関係者にメールにて連絡し、情報共有を図った。

(2) 海水及び海底土の採取

海水、海底土を採取した場所を別紙 2 に、現地対応の状況を別紙 3 に示す。また、IAEA 専門家が試料の採取等の実施状況を確認するために必要となる諸準備を行った。

・海水の採取は 5 地点について、年 1 回実施した。
・海底土の採取は 3 地点について、年 1 回実施した。
・海水及び海底土の採取量を表 3 に示す。

IAEA 専門家の立ち会い当日は、悪天候により試料採取が行えなかったため、前日に実施した採取の様子を撮影したビデオ等により採取状況の確認を行った。

表 3　海水及び海底土の採取量

試　料	地点数	地点名	採取量		
			Cs-134,Cs-137 用	Sr-90 用	H-3 用
海　水	5 地点	M-101	20 L×8 個(計 160 L)	40 L×8 個(計 320 L)	2 L×8 個(計 16 L)
		M-102	20 L×8 個(計 160 L)	40 L×8 個(計 320 L)	2 L×8 個(計 16 L)
		M-103	20 L×8 個(計 160 L)	40 L×8 個(計 320 L)	2 L×8 個(計 16 L)
		M-104	20 L×8 個(計 160 L)	40 L×8 個(計 320 L)	2 L×8 個(計 16 L)
		T-D1	20 L×8 個(計 160 L)	40 L×8 個(計 320 L)	2 L×8 個(計 16 L)

試　料	地点数	地点名	採取量
海底土	3 地点	F-P04	6 kgを目標に採取
		T-S3	6 kgを目標に採取
		T-S8	6 kgを目標に採取

・採取地点及び詳細な時期は IAEA 及び原子力規制庁担当官と調整の上で決定した。
・採取方法については、放射能測定法シリーズ 16「環境試料採取法」（昭和 58 年制定)に準じた。詳細は IAEA 及び原子力規制庁担当官と調整の上決定した。
・試料採取のための船は IAEA 専門家が採取状況を確認するため、及び作業の安全を確保するための監視船を含め 2 隻確保した。
・悪天候等で採取日程が変更することを考慮し、傭船期間を確保した。
・海水については、ポンプで汲み上げた海水を大型プラスチック容器に溜めた後、同容器に取り付けた 4 つのバルブ口から試料容器（キュービテナー及びポリプロピレン製平角瓶 2L 容器）に移した。バルブ番号と試料容器に入れた順番が分かるように、試料容器に試料コードを付与した。海水の分取及び試料コードの付与方法については、図 1 に示す。また分析実施機関へ送付する試料コードの組合せについては、表 4 に示す。

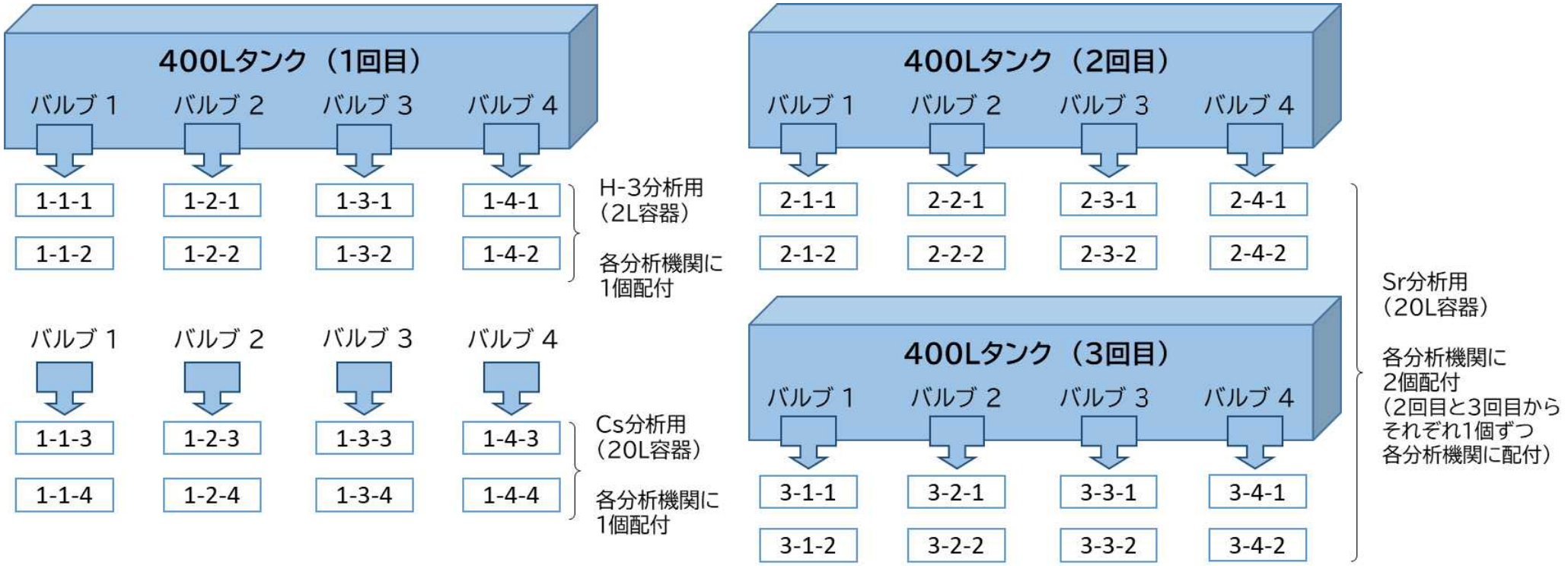


図１　海水の分取及び試料コードの付与方法

表４　分析実施機関へ送付する試料コードの組合せ

分析実施機関		H-3 用					Cs-134,Cs-137 用					Sr-90 用				
		M-101	M-102	M-130	M-104	TD-1	M-101	M-102	M-130	M-104	TD-1	M-101	M-102	M-130	M-104	TD-1
No.1	IAEA	1-1-1					1-1-3					2-1-1, 3-1-1				
No.2	IRSN	1-2-1					1-2-3					2-2-1, 3-2-1				
No.3	KINS	1-3-1					1-3-3					2-3-1, 3-3-1				
No.4	KIT	1-4-1					1-4-3					2-4-1, 3-4-1				
No.5	福島県	1-1-2					1-1-4					2-1-2, 3-1-2				
No.6	日本分析センター	1-2-2					1-2-4					2-2-2, 3-2-2				
No.7	一般財団法人九州環境管理協会	1-3-2					1-3-4					2-3-2, 3-3-2				
	東北緑化環境保全株式会社							1-3-4	1-3-4							
	KANSO テクノス									1-3-4	1-3-4					
No.8	公益財団法人海洋生物環境研究所	1-4-2	1-4-2	1-4-2	1-4-2		1-4-4	1-4-4	1-4-4	1-4-4						
	東京パワーテクノロジー株式会社					1-4-2					1-4-4					
	KANSO テクノス											2-4-2, 3-4-2				

* IAEA: IAEA Environment Laboratories

* IRSN: Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire,France

* KINS: Korea Institute of Nuclear Safety,Korea

* KIT: Karlsruhe Institute of Technology,Germany

(3) 試料の前処理、分割、送付

IAEA 専門家と共同で試料の前処理、分割等を行った。また、IAEA 専門家が前処理等の実施状況を確認するために必要となる諸準備を行った。

① 海水

・ (2) で採取した試料は、IAEA との調整の上、決定された方法に従って必要な処理を行った。

・トリチウム分析以外の海水は、陸揚げした後、海水 20 L 当たり塩酸 20 mL をそれぞれに添加した。

・海水の採取時における大型プラスチック容器内の均質性及び採取した海水を試料容器（キュービテナー）に移す際にバルブが偏らないように考慮し、表 4 のように組み合わせた試料を分析機関に送付した。

・トリチウム分析用海水については、塩酸を添加せずに、分析機関に送付した。

・海水については、KANSO テクノスにて、運送業者を通じて IAEA 側に引き渡した。

② 海底土

・ (2) で採取した試料は、IAEA との調整の上、決定された方法に従って必要な処理を行った。なお、海底土は乾燥後、細土として分析に用いた。

・海底土については、IAEA との調整の上、決定された方法に従って分割した。

・海底土については、運送業者を通じて IAEA 側に引き渡した。

KANSO テクノスに依頼した試料採取については参考資料 1 に示し、日本分析センターで実施した海底土の前処理作業については参考資料 2 に示した。

(4) 放射性核種の分析

海水及び海底土について、対象とする放射性核種を表 5 に、日本分析センター及び分析実施機関の分析核種を表 6 に示す。また、日本分析センターと分析実施機関の分析結果を表 7 に、日本分析センターの分析結果詳細を別添資料 1 に、分析実施機関の分析結果詳細を参考資料 3 に示した。

分析方法は、放射能測定法シリーズに準じた。また、放射能分析を実施するにあたり、適用する分析方法及び確保すべき検出下限目標値については、表 8 の「分析方法及び検出目標レベル」を目安にした。

なお、分析方法等の詳細は IAEA と調整の上決定した。

表５　分析対象核種

試料	放射性核種
海　水	H-3, Sr-90, Cs-134, Cs-137
海底土	Cs-134, Cs-137, Pu-238, Pu-239+240

表６　日本分析センター及び分析実施機関の分析核種

試料	分析実施機関	分析核種
海　水	日本分析センター	H-3, Sr-90, Cs-134, Cs-137
	KANSO テクノス	Sr-90, Cs-134, Cs-137
	東北緑化環境保全株式会社	Cs-134, Cs-137
	東京パワーテクノロジー株式会社	H-3, Cs-134, Cs-137
	公益財団法人海洋生物環境研究所	H-3, Cs-134, Cs-137
	一般財団法人九州環境管理協会	H-3, Sr-90, Cs-134, Cs-137
	福島県	H-3, Sr-90, Cs-134, Cs-137
海底土	日本分析センター	Cs-134, Cs-137, Pu-238, Pu-239+240
	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	Cs-134, Cs-137, Pu-238, Pu-239+240
	東北緑化環境保全株式会社	Cs-134, Cs-137
	東京パワーテクノロジー株式会社	Cs-134, Cs-137
	福島県	Cs-134, Cs-137, Pu-238, Pu-239+240

表７　日本分析センター及び分析実施機関の分析結果一覧

試料	核種	分析機関	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
海水 (Bq/L)	H-3	日本分析センター	0.131	0.164	0.108	0.082	0.074
		東京パワーテクノロジー㈱	－	－	－	－	ND
		(公財)海洋生物環境研究所	0.106	0.112	0.072	0.054	－
		(一財) 九州環境管理協会	0.155	0.144	0.075	0.071	0.063
		福島県	0.140	0.126	0.084	0.050	0.065
	Sr-90	日本分析センター	0.00397	0.00195	0.000920	0.000883	0.00102
		KANSO テクノス	0.0033	0.0018	0.00084	0.0012	0.00082
		(一財) 九州環境管理協会	0.00329	0.00182	0.00078	0.00093	0.00079
		福島県	0.003	0.002	0.001	0.001	ND
	Cs-134	日本分析センター	0.00295	0.00141	＜0.00097	＜0.00099	＜0.00092
		KANSO テクノス	－	－	－	ND	ND
		東北緑化環境保全㈱	－	ND	ND	－	－
		東京パワーテクノロジー㈱	－	－	－	－	ND
		(公財)海洋生物環境研究所	0.0024	0.0016	ND	ND	－
		(一財) 九州環境管理協会	0.00211	－	－	－	－
		福島県	ND	ND	ND	ND	ND
	Cs-137	日本分析センター	0.0619	0.0445	0.0153	0.0191	0.00508
		KANSO テクノス	－	－	－	0.017	0.0044
		東北緑化環境保全㈱	－	0.0375	0.0146	－	－
		東京パワーテクノロジー㈱	－	－	－	－	0.0041
		(公財)海洋生物環境研究所	0.059	0.041	0.014	0.018	－
		(一財) 九州環境管理協会	0.0589	－	－	－	－
		福島県	0.060	0.042	0.013	0.019	0.004

※各分析実施機関の分析結果は、IAEA への報告値をそのまま記載している。

表７　日本分析センター及び分析実施機関の分析結果一覧（続き）

試料	核種	分析機関	F-P04	T-S3	T-S8
海底土 (Bq/kg-dry)	Cs-134	日本分析センター	1.08	1.33	1.72
		(国研)日本原子力研究開発機構	1.6	1.4	1.6
		東北緑化環境保全㈱	－	2.19	－
		東京パワーテクノロジー㈱	1.6	1.5	1.7
		福島県	1.4	－	1.9
	Cs-137	日本分析センター	37.6	50.2	49.3
		(国研)日本原子力研究開発機構	40.8	44.2	37.5
		東北緑化環境保全㈱	－	55.8	－
		東京パワーテクノロジー㈱	41.3	46.3	50.9
		福島県	38.2	－	42.0
	Pu-238	日本分析センター	0.00362	0.00576	0.00772
		(国研)日本原子力研究開発機構	ND	ND	ND
		福島県	0.00598	0.00710	0.00825
	Pu-239+240	日本分析センター	0.393	0.410	0.512
		(国研)日本原子力研究開発機構	0.37	0.43	0.53
		福島県	0.433	0.430	0.533

※各分析実施機関の分析結果は、IAEA への報告値をそのまま記載している。

表８　分析方法及び検出目標レベル

試　料	分析・測定方法	対象核種	検出下限目標値
海　水	電解濃縮法・液体シンチレーション測定	H-3	0.4 Bq/L
	AMP沈殿、 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	Cs-134	0.001 Bq/L
		Cs-137	0.001 Bq/L
	放射化学分析、ガスフロー型β線計数装置又は液体シンチレーション測定	Sr-90	0.001 Bq/L
海底土	105℃乾燥後、250μm孔径のふるい分け、 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	Cs-134	1　Bq/kg乾土
		Cs-137	1　Bq/kg乾土
	上記の乾燥、ふるい分けした試料を放射化学分析、 α線スペクトロメトリー	Pu-238	0.02 Bq/kg乾土
		Pu-239+240	0.02 Bq/kg乾土

(5) 関係団体等への作業説明･申請･結果報告

関係団体等（海上保安庁、関係漁業協同組合連合会及び漁業協同組合、必要に応じて自治体関係部局等）に対して、KANSOテクノスを通し、必要に応じて、作業開始前に作業の説明を行うとともに、必要に応じて作業結果の説明を行った。また、海上保安庁等に対して作業に必要な申請を行った。

(6) 作業結果の取りまとめと報告

作業結果については、各作業･分析が完了後、分析結果内容を精査したのち、速報結果として原子力規制庁担当官へ報告した。

日本分析センターで得られた分析結果については、IAEA 指定の報告様式にとりまとめ、2022 年 3 月に、IAEA（Radiometrics Laboratory Environment Laboratories Department of Nuclear Sciences and Applications IAEA）へメールにて報告した。

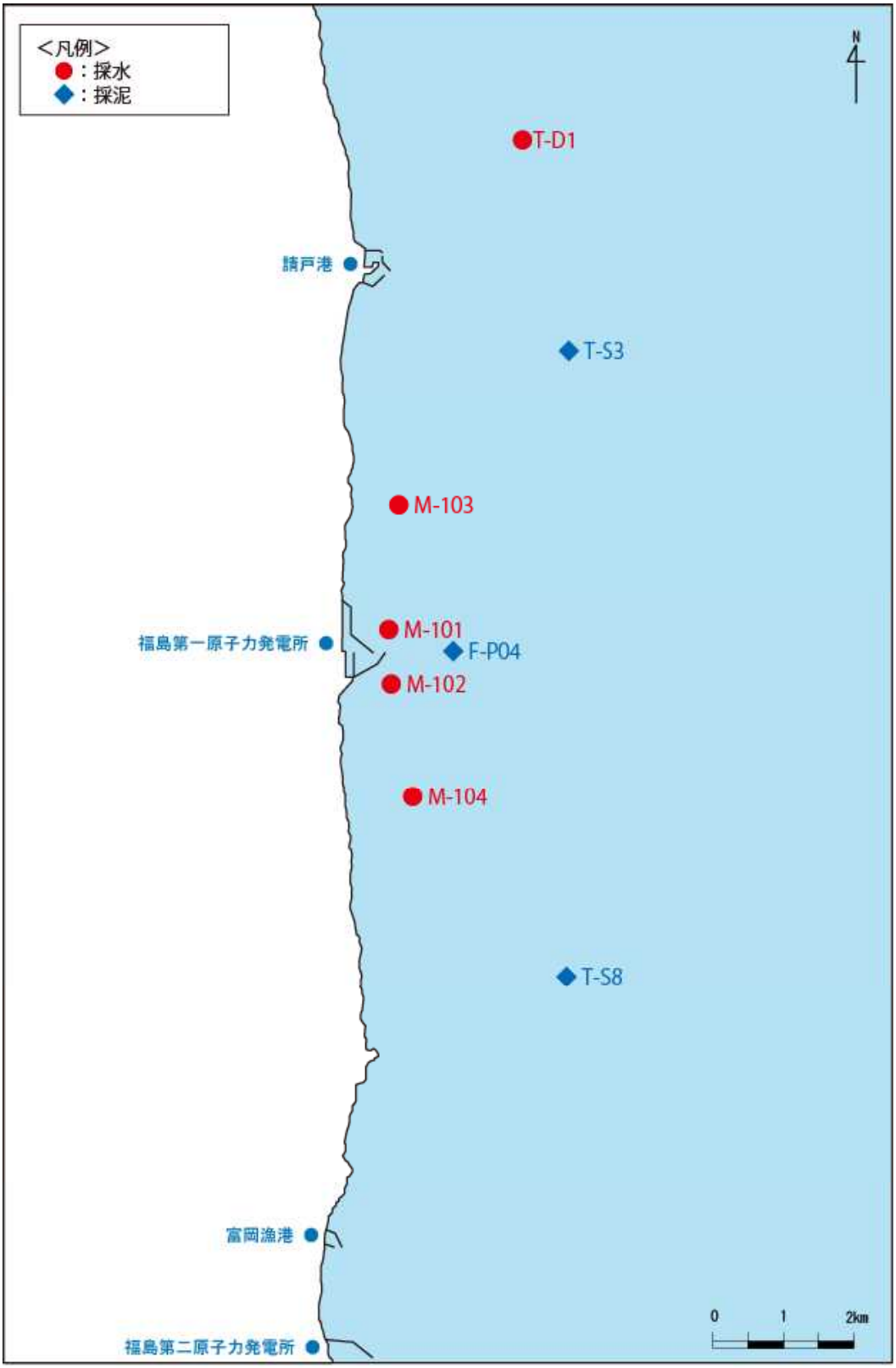
別紙１

試料採取及び試料前処理に係る日程表

日付	場所	主な内容
11 月 7 日 (日)	福島県	○日本分析センター職員（サンプリング担当）3 名、採取用具等を積み、車で千葉市から福島県双葉郡へ移動 ○到着後、資材、予定等の最終確認
11 月 8 日 (月)	福島県	○田代氏(原子力規制庁)とマイクロバスで双葉郡浪江町・請戸港へ移動 ○請戸港に到着後、KANSO テクノスと合流 ○試料採取の準備 ○作業船及び監視船が請戸港から出港 ○採取地点 F-P04、T-S3、T-S8 で海底土を採取 ○採取地点 M-102、M-103、T-D1 で海水を採取 ○請戸港に帰港 ○試料等を荷下した後、海水への塩酸添加、梱包等の発送準備作業、試料の発送 ○作業終了後、ホテルへ移動 (KANSO テクノスは請戸港で解散。田代氏は広野駅で解散)
11 月 9 日 (火)	福島県	○佐々木氏(原子力規制庁)、二宮氏(原子力規制庁)、森氏(環境省)とマイクロバスとレンタカーで、J ヴィレッジを経由し、請戸港へ移動 (J ヴィレッジにて IAEA 他(5 名)、通訳 2 名、酒見氏(外務省)と合流) ○請戸港に到着後、KANSO テクノスと合流 ○試料採取の予定通りで準備したが、波が高く、天候も悪いため、実施不可と判断 ○資機材や前日の採取のビデオを用いて、海水・海底土の試料採取の様子を説明 ○KANSO テクノス、IAEA・規制庁等とは請戸港で解散 (IAEA・規制庁等はマイクロバスで J ヴィレッジ及び広野駅へ送迎) ○ホテルへ移動
11 月 10 日 (水)	福島県	○レンタカーで現地視察のため富岡港へ移動 ○視察終了後、ホテルへ移動 ○規制庁、KANSO テクノスと 11 日のスケジュール調整
11 月 11 日 (木)	福島県	○武藤氏(原子力規制庁)とマイクロバスとレンタカーで、請戸港へ移動 ○請戸港に到着後、KANSO テクノス、加藤氏(福島県)と合流 ○試料採取の準備 ○作業船及び監視船が請戸港から出港 ○採取地点 M-101、M-104 で海水を採取 ○請戸港に帰港 ○試料等を荷下した後、海水への塩酸添加、梱包等の発送準備作業、試料の発送 ○作業終了 ○武藤氏、加藤氏、KANSO テクノスとは請戸港で解散 (武藤氏はマイクロバスで広野駅へ送迎) ○日本分析センターへ移動

日付	場所	主な内容
11 月 12 日 (金)	千葉県 千葉市	○IAEA 他（5 名）の宿泊先へ出迎え （ハイアットセントリック銀座東京） ○通訳 2 名、二宮氏と合流後、海底土の前処理作業の視察のため日本分析センターへ移動 ○原子力規制庁（佐々木氏、二宮氏）立ち会いのもと海底土の前処理作業実施（1 日目） ○作業終了後、IAEA 他（5 名）を宿泊先ホテルへ送迎
11 月 15 日 (月)	千葉県 千葉市	○原子力規制庁（二宮氏）立ち会いのもと日本分析センターにて海底土の前処理作業実施（2 日目）

別紙２



試料採取場所の地図

別紙３

現地対応の状況

写真１　関係者での集合写真
（原子力規制庁、JCAC 職員他）

写真２　作業船

写真３　海底土の採取状況

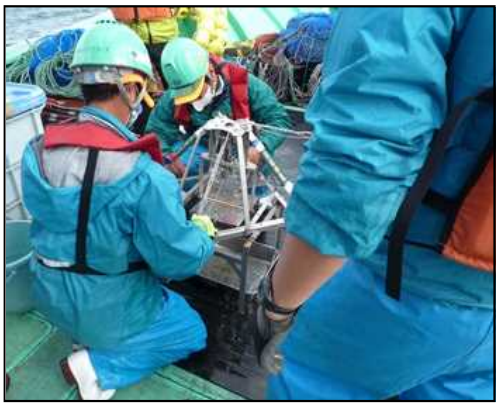


写真４　海底土の採取状況

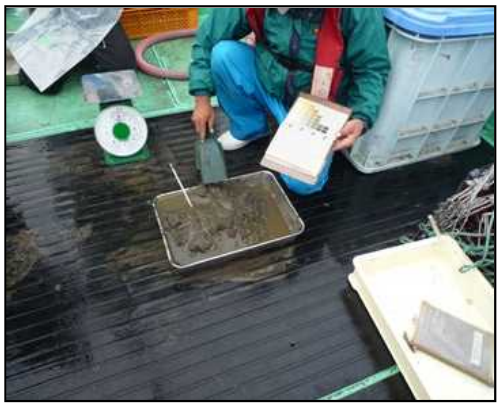


写真５　海底土の採取状況

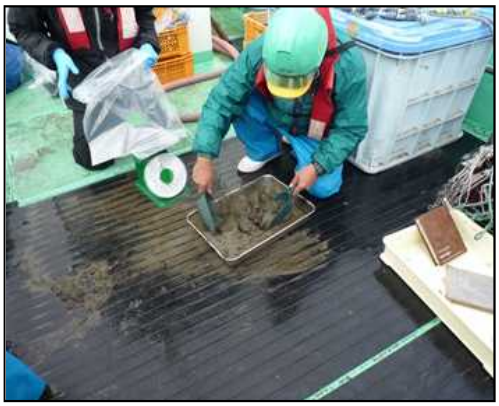


写真６　海底土の採取状況

写真 7　海水の採取状況

写真 8　海水の採取状況

写真 9　海水の採取状況

写真 10　海水の採取状況

写真 11　採取した海水に酸を添加

写真 12　試料発送準備

写真 13 関係者での集合写真
（原子力規制庁、IAEA 他）

写真 14 海底土の採取について説明

写真 15 海水の採取について説明

写真 16 海水の採取について説明

写真 17 ビデオによる試料採取状況の説明

写真 18　ビデオによる試料採取状況の説明

別添資料１　分析結果

公益財団法人 日本分析センターの分析結果

（海水）

IAEA ILC November 2021
H-3, Sr-90, Cs-134 and Cs-137 in seawater

Nuclide: H-3

Method (including separation):

Sample water was distilled after addition of KMnO4 and Na2O2. Distilled water applied electrolitic enrichement of H-3. After H-3 enrichment, sample water was distilled again. Fifty mL of distilled water was mixed with 50mL of scintillator for measurement.

Detection system (including type of calibration applied):

Hitachi, Ltd. LSC-LB5(Quenching correction curve by H-3 STD with different ratio of water and scintillator)

Detection limit (Bq/L):

M-101 : 0.046, M-102 : 0.047, M-103 : 0.046, M-104 : 0.046, T-D1 : 0.046

Nuclear data used (e.g., half-life):

Half-life : 12.33 year

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/L				
	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
Activity concentration of H-3 (Bq/L)	0.131	0.164	0.108	0.082	0.074
Uncertainty (k=1) (Bq/L)	0.017	0.019	0.017	0.016	0.016

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)				
Uncertainty component associated with net count rate of H-3	12.6	10.6	15.0	19.2	21.4
Uncertainty component associated with detector efficiency	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85
Uncertainty component associated with weighing	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Any other uncertainty component (Uncertainty compornent associated with Electrolytic enrichment)	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85
Relative combined standard uncertainty (k=1)	13.2	11.3	15.5	19.6	21.8

IAEA ILC November 2021
H-3, Sr-90, Cs-134 and Cs-137 in seawater

Nuclide: Sr-90

Method (including chemical separation):

Precipitation of carbonate was produced from eluate.Precipitation of carbonate was dissolved with hydrochloric acid and removed calcium by ion-excanged resins. The eluate was preformed evaporation to dryness and residue was dissolved in water. Y-90 was removed in scavenging. Two weeks later,Y-90 co-precipitated with Fe(OH)3 was filtered using filter paper(milking). The precipitate on the filter paper was dried and used directly for measurement of β-ray activity.

Detection system (including type of calibration applied):

Hitachi：LBC-4211 Low background β-ray counter (by Y-90 of known activity co-precipitated with Fe(OH)3)　Detection Efficiency:62.467%

Detection limit (Bq/L):

M-101 : 0.00027 ， M-102 : 0.00027 ， M-103 : 0.00027 ， M-104 : 0.00028 ， T-D1 : 0.00028

Nuclear data used (e.g., half-life):

Half life: Sr-90 29.12 y , Y-90 64.0 h

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/L				
	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
Activity concentration of Sr-90 (Bq/L)	0.00397	0.00195	0.000920	0.000883	0.00102
Uncertainty (k=1) (Bq/L)	0.00032	0.00021	0.00014	0.00014	0.00015

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)				
Uncertainty component associated with net count rate of Sr-90 (or Y-90 if applicable)	6.18	9.18	14.5	15.2	13.4
Uncertainty component associated with detector efficiency	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
Uncertainty component associated with chemical yield determination	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70
Uncertainty component associated with weighing	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65
Any other uncertainty component (preparation of the sample)	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
Relative combined standard uncertainty (k=1)	8.1	10.5	15.4	16.1	14.4

IAEA ILC November 2021
H-3, Sr-90, Cs-134 and Cs-137 in seawater

Nuclide: Cs-134

Method (including chemical separation, if applicable):

Chemical separation by AMP followed by gamma-ray spectrometry.

Detection system (including type of calibration applied):

P-type coaxial (relative efficiency 31%)
calibration with multi-gamma source

Detection limit (Bq/L):

M-101 : 0.00088 M-102 : 0.00092 M-103 : 0.00097 M-104 : 0.00099 T-D1 : 0.00092

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

Evaluated Nuclear Structure Data File,NNDC,Brookhaven (2016.1): 2.07y , 795.9keV , 85.5%

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/L				
	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
Activity concentration of Cs-134 (Bq/L)	0.00295	0.00141	<0.00097	<0.00099	<0.00092
Uncertainty (k=1) (Bq/L)	0.00034	0.00030	0.00029	0.00030	0.00026

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)				
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-134	10.4	21.0	190.4	83.0	77.3
Uncertainty component associated with detector efficiency	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Uncertainty component associated with emission probability	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
Uncertainty component associated with weighing	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Any other uncertainty component (Uncertainty of detector stability)	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
Relative combined standard uncertainty (k=1)	11.5	21.6	190.5	83.1	77.5

IAEA ILC November 2021
H-3, Sr-90, Cs-134 and Cs-137 in seawater

Nuclide: Cs-137

Method (including chemical separation, if applicable):

Chemical separation by AMP followed by gamma-ray spectrometry.

Detection system (including type of calibration applied):

P-type coaxial (relative efficiency 31%)
calibration with multi-gamma source

Detection limit (Bq/L):

M-101 : 0.00062 M-102 : 0.00057 M-103 : 0.00060 M-104 : 0.00057 T-D1 : 0.00058

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

Evaluated Nuclear Structure Data File,NNDC,Brookhaven (2016.1): 30.08y , 661.7keV , 85.1%

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/L				
	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
Activity concentration of Cs-137 (Bq/L)	0.0619	0.0445	0.0153	0.0191	0.00508
Uncertainty (k=1) (Bq/L)	0.0031	0.0023	0.00083	0.0010	0.00034

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)				
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-137	0.9	1.1	2.1	1.8	4.6
Uncertainty component associated with detector efficiency	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Uncertainty component associated with emission probability	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
Uncertainty component associated with weighing	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Any other uncertainty component (Uncertainty of detector stability)	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
Relative combined standard uncertainty (k=1)	5.1	5.1	5.4	5.3	6.8

公益財団法人 日本分析センターの分析結果

(海底土)

IAEA ILC November 2021
Cs-134, Cs-137, Pu-238 and Pu-239/240 in sediment

Nuclide: Cs-134

Method:

Direct gamma-counting of the sediment sample (Cylindrical)

Detection system (including type of calibration applied):

P-type coaxial (relative efficiency 31%)
calibration with multi-gamma source

Detection limit (Bq/kg dry):

F-P04 : 0.86 T-S3 : 0.72 T-S8 : 0.73

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

Evaluated Nuclear Structure Data File,NNDC,Brookhaven (2016.1): 2.07y , 795.9keV , 85.5%

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/kg dry		
	F-P04	T-S3	T-S8
Massic activity of Cs-134 (Bq/kg dry)	1.08	1.33	1.72
Uncertainty (k=1) (Bq/kg dry)	0.27	0.24	0.26

Uncertainty Budget (optional)	**Relative uncertainty (%) (k=1)**		
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-134	25.0	17.5	14.1
Uncertainty component associated with detector efficiency	3.0	3.0	3.0
Uncertainty component associated with emission probability	2.7	2.7	2.7
Uncertainty component associated with weighing	0.4	0.4	0.4
Any other uncertainty component (Uncertainty of detector stability)	2.9	2.9	2.9
Relative combined standard uncertainty (k=1)	25.5	18.2	15.0

IAEA ILC November 2021
Cs-134, Cs-137, Pu-238 and Pu-239/240 in sediment

Nuclide: Cs-137

Method:

Direct gamma-counting of the sediment sample (Cylindrical)

Detection system (including type of calibration applied):

P-type coaxial (relative efficiency 31%)
calibration with multi-gamma source

Detection limit (Bq/kg dry):

F-P04 : 0.52 T-S3 : 0.47 T-S8 : 0.52

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

Evaluated Nuclear Structure Data File,NNDC,Brookhaven (2016.1): 30.08y , 661.7keV , 85.1%

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/kg dry		
	F-P04	T-S3	T-S8
Massic activity of Cs-137 (Bq/kg dry)	37.6	50.2	49.3
Uncertainty (k=1) (Bq/kg dry)	1.9	2.5	2.5

Uncertainty Budget (optional)	**Relative uncertainty (%) (k=1)**		
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-137	1.2	1.0	1.0
Uncertainty component associated with detector efficiency	3.0	3.0	3.0
Uncertainty component associated with emission probability	2.7	2.7	2.7
Uncertainty component associated with weighing	0.4	0.4	0.4
Any other uncertainty component (Uncertainty of detector stability)	2.9	2.9	2.9
Relative combined standard uncertainty (k=1)	5.1	5.1	5.1

IAEA ILC November 2021
Cs-134, Cs-137, Pu-238 and Pu-239/240 in sediment

Nuclide: Pu-238

Method:

Sediment samples were leached with nitric acid. Plutonium were separated with anion exchange resin column. Purified plutonium was electrodeposited on a stainless steel disc for alpha spectrometry.

Detection system (including type of calibration applied):

Si semiconductor detector was used for plutonium measurement. (The calibration was carried out using NIST traceable Pu-242 tracer.)

Detection limit (Bq/kg dry):

F-P04 : 0.0037 T-S3 : 0.0035 T-S08 : 0.0031

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

Pu-238 : 87.7 y

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/kg dry		
	F-P04	T-S3	T-S8
Massic activity of Pu-238 (Bq/kg dry)	0.00362	0.00576	0.00772
Uncertainty (k=1) (Bq/kg dry)	0.0012	0.0013	0.0014

Uncertainty Budget (optional)	**Relative uncertainty (%) (k=1)**		
Uncertainty component associated with net count rate of Pu-238	31.9	23.0	18.0
Uncertainty component associated with activity of yield tracer (if used)	0.68	0.68	0.68
Uncertainty component associated with net count rate of yield tracer (if used)	1.85	1.86	1.80
Uncertainty component associated with weighing	0.044	0.044	0.044
Any other uncertainty component (please specify)	0.0	0.0	0.0
Relative combined standard uncertainty (k=1)	32.0	23.1	18.1

IAEA ILC November 2021
Cs-134, Cs-137, Pu-238 and Pu-239/240 in sediment

Nuclide: Pu-239/240

Method:

Sediment samples were leached with nitric acid. Plutonium were separated with anion exchange resin column. Purified plutonium was electrodeposited on a stainless steel disc for alpha spectrometry.

Detection system (including type of calibration applied):

Si semiconductor detector was used for plutonium measurement. (The calibration was carried out using NIST traceable Pu-242 tracer.)

Detection limit (Bq/kg dry):

F-P04 : 0.0023 T-S3 : 0.0037 T-S08 : 0.0024

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

Pu-239 : 2.413e4 y Pu-240 :6.570e3 y

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/kg dry		
	F-P04	T-S3	T-S8
Massic activity of Pu-239/240 (Bq/kg dry)	0.393	0.410	0.512
Uncertainty (k=1) (Bq/kg dry)	0.012	0.013	0.014

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)		
Uncertainty component associated with net count rate of Pu-239/240	2.40	2.38	2.05
Uncertainty component associated with activity of yield tracer (if used)	0.68	0.68	0.68
Uncertainty component associated with net count rate of yield tracer (if used)	1.85	1.86	1.80
Uncertainty component associated with weighing	0.044	0.044	0.044
Any other uncertainty component (please specify)	0.0	0.0	0.0
Relative combined standard uncertainty (k=1)	3.1	3.1	2.8

参考資料１

IAEA との試験所間比較分析に係る試料採取

作業報告書

１．概要

原子力規制委員会は、福島県沖を中心とする海洋モニタリングデータの国内外の信頼性・透明性の維持向上を図るため、IAEA（International Atomic Energy Agency：国際原子力機関）との協力により試験所間比較分析を実施している。この試験所間比較分析の一環として、公益財団法人日本分析センターは、原子力規制庁及びIAEAと共同で、東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所付近の海域で海水及び海底土を採取し、試料の放射能分析を実施している。

本業務は、これら作業における海水及び海底土の採取を、原子力規制庁との調整の上、決定された方法に従って実施した。

２．調査方法

２－１．調査地点

調査地点は原子力規制委員会が指定した採水5地点、採泥3地点の計8地点とした。

調査地点の位置情報を表２－１及び図２－１に示す。

表２－１　調査地点の位置情報

地点	調査項目		北緯			東経		
	採水	採泥						
M-101	●	－	37 °	25 ’	36 ″	141 °	02 ’	36 ″
M-102	●	－	37 °	25 ’	06 ″	141 °	02 ’	36 ″
M-103	●	－	37 °	26 ’	42 ″	141 °	02 ’	48 ″
M-104	●	－	37 °	24 ’	06 ″	141 °	02 ’	48 ″
T-D1	●	－	37 °	30 ’	00 ″	141 °	04 ’	20 ″
T-S3	－	●	37 °	27 ’	30 ″	141 °	04 ’	44 ″
T-S8	－	●	37 °	23 ’	00 ″	141 °	04 ’	44 ″
F-P04	－	●	37 °	25 ’	27 ″	141 °	03 ’	26 ″

※緯度・経度は世界測地系 WGS84 に準拠

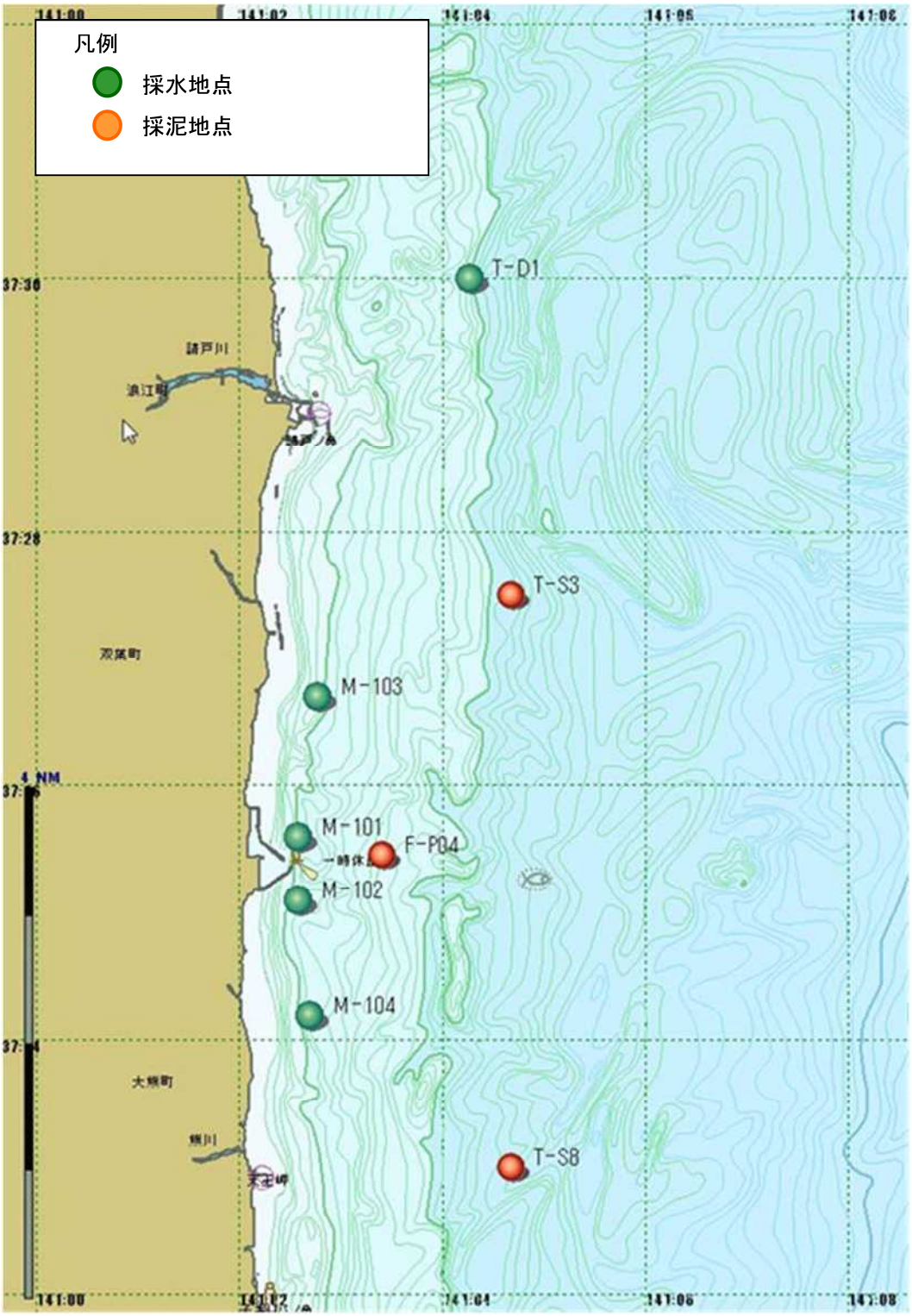

凡例
採水地点
採泥地点
T-D1
T-S3
M-103
M-101
F-P04
M-102
M-104
T-S8
141:00
141:02
141:04
141:06
141:08
37:30
37:28
4 NM

図２－１　調査地点位置図

２－２．調査時期

現地調査は 2021 年 11 月 8～11 日に実施した。

現地調査の工程を表２－２に示す。

表２－２　調査工程

年月		2021年11月						
日		7	8	9	10	11	12	13
曜日		（日）	（月）	（火）	（水）	（木）	（金）	（土）
調査地点		現地入り 機材受取	T-S8 F-P04 T-S3 M-102 M-103 T-D1	荒天待機	荒天待機	M-104 M-101 機材発送 撤収	ー	ー
調査項目	水質	ー	●●●	ー	ー	●●	ー	ー
	底質	ー	■■■	ー	ー	ー	ー	ー
試料発送	海水試料	ー	●●●	ー	ー	●●	ー	ー
	海底土試料	ー	■■■	ー	ー	ー	ー	ー

※調査地点の青文字は採水地点（●）、赤文字は採泥地点（■）

２－３．試料の採取量

海水試料及び海底土試料の地点毎の採取量を表２－３に示す。

表２－３　地点毎の海水試料及び海底土試料の採取量

海水試料採取地点	^{3}H分析用		^{134}Cs、^{137}Cs分析用		^{90}Sr分析用	
	分析機関数	採取量	分析機関数	採取量	分析機関数	採取量
M-101	8	2L×8個	8	20L×8個	8	20L×16個
M-102	8	2L×8個	8	20L×8個	8	20L×16個
M-103	8	2L×8個	8	20L×8個	8	20L×16個
M-104	8	2L×8個	8	20L×8個	8	20L×16個
T-D1	8	2L×8個	8	20L×8個	8	20L×16個

海底土試料採取地点	Cs、Pu分析用	
	分析機関数	採取量
T-S3	8	6kg-wet
T-S8	8	6kg-wet
F-P04	8	6kg-wet

２－４．調査方法

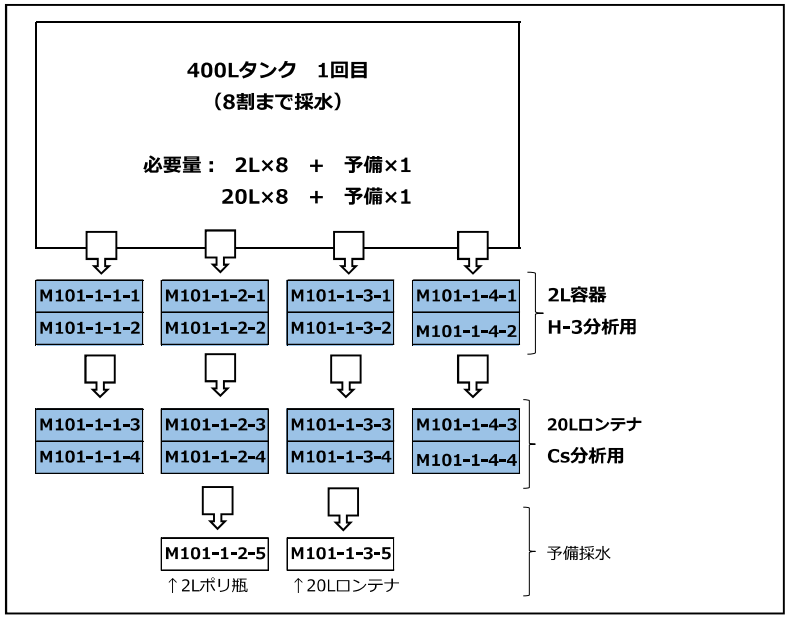
（１）採水

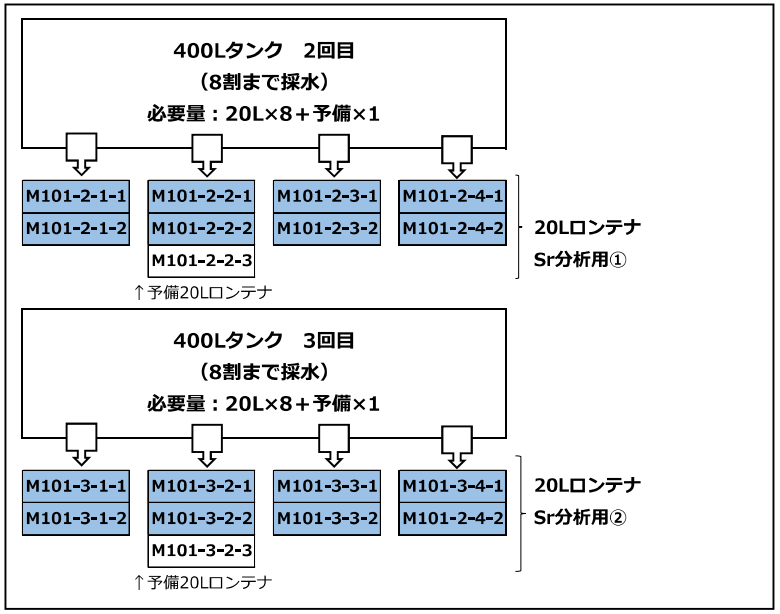
D-GPS を用いて船位を確認後、水中ポンプを用いて採水を行った。

採水深度は 1.0m 程度とし、汲み上げた海水は船上の大型タンク内で十分に攪拌、均一化を図った後に、所定の容器に分取して海水試料とした。

図２－２に海水試料の採水・分取状況を、図２－３および表２－４に海水試料の分取内訳を示す。

図２－２　海水試料の採水・分取状況





IAEA／ILC2021　採水容器（20Lロンテナーおよび2Lポリ瓶）
ラベリングおよび分注ルール

図２－３　海水試料の分取内訳

表２－４　海水試料の分取内訳

	地点名	M-101				M-102				M-103				M-104				T-D1			
H-3	試料番号	1-1-1	1-2-1	1-3-1	1-4-1	1-1-1	1-2-1	1-3-1	1-4-1	1-1-1	1-2-1	1-3-1	1-4-1	1-1-1	1-2-1	1-3-1	1-4-1	1-1-1	1-2-1	1-3-1	1-4-1
	分析機関	IAEA	IRSN	KINS	KIT	IAEA	IRSN	KINS	KIT	IAEA	IRSN	KINS	KIT	IAEA	IRSN	KINS	KIT	IAEA	IRSN	KINS	KIT
	試料番号	1-1-2	1-2-2	1-3-2	1-4-2	1-1-2	1-2-2	1-3-2	1-4-2	1-1-2	1-2-2	1-3-2	1-4-2	1-1-2	1-2-2	1-3-2	1-4-2	1-1-2	1-2-2	1-3-2	1-4-2
	分析機関	FP	JCAC	KEEA	MERI	FP	JCAC	KEEA	MERI	FP	JCAC	KEEA	MERI	FP	JCAC	KEEA	MERI	FP	JCAC	KEEA	TPT
Cs	試料番号	1-1-3	1-2-3	1-3-3	1-4-3	1-1-3	1-2-3	1-3-3	1-4-3	1-1-3	1-2-3	1-3-3	1-4-3	1-1-3	1-2-3	1-3-3	1-4-3	1-1-3	1-2-3	1-3-3	1-4-3
	分析機関	IAEA	IRSN	KINS	KIT	IAEA	IRSN	KINS	KIT	IAEA	IRSN	KINS	KIT	IAEA	IRSN	KINS	KIT	IAEA	IRSN	KINS	KIT
	試料番号	1-1-4	1-2-4	1-3-4	1-4-4	1-1-4	1-2-4	1-3-4	1-4-4	1-1-4	1-2-4	1-3-4	1-4-4	1-1-4	1-2-4	1-3-4	1-4-4	1-1-4	1-2-4	1-3-4	1-4-4
	分析機関	FP	JCAC	KEEA	MERI	FP	JCAC	TRK	MERI	FP	JCAC	TRK	MERI	FP	JCAC	KANSO	MERI	FP	JCAC	KANSO	TPT
Sr	試料番号	2-1-1	2-2-1	2-3-1	2-4-1	2-1-1	2-2-1	2-3-1	2-4-1	2-1-1	2-2-1	2-3-1	2-4-1	2-1-1	2-2-1	2-3-1	2-4-1	2-1-1	2-2-1	2-3-1	2-4-1
	分析機関	IAEA	IRSN	KINS	KIT	IAEA	IRSN	KINS	KIT	IAEA	IRSN	KINS	KIT	IAEA	IRSN	KINS	KIT	IAEA	IRSN	KINS	KIT
	試料番号	2-1-2	2-2-2	2-3-2	2-4-2	2-1-2	2-2-2	2-3-2	2-4-2	2-1-2	2-2-2	2-3-2	2-4-2	2-1-2	2-2-2	2-3-2	2-4-2	2-1-2	2-2-2	2-3-2	2-4-2
	分析機関	FP	JCAC	KEEA	KANSO	FP	JCAC	KEEA	KANSO	FP	JCAC	KEEA	KANSO	FP	JCAC	KEEA	KANSO	FP	JCAC	KEEA	KANSO
	試料番号	3-1-1	3-2-1	3-3-1	3-4-1	3-1-1	3-2-1	3-3-1	3-4-1	3-1-1	3-2-1	3-3-1	3-4-1	3-1-1	3-2-1	3-3-1	3-4-1	3-1-1	3-2-1	3-3-1	3-4-1
	分析機関	IAEA	IRSN	KINS	KIT	IAEA	IRSN	KINS	KIT	IAEA	IRSN	KINS	KIT	IAEA	IRSN	KINS	KIT	IAEA	IRSN	KINS	KIT
	試料番号	3-1-2	3-2-2	3-3-2	3-4-2	3-1-2	3-2-2	3-3-2	3-4-2	3-1-2	3-2-2	3-3-2	3-4-2	3-1-2	3-2-2	3-3-2	3-4-2	3-1-2	3-2-2	3-3-2	3-4-2
	分析機関	FP	JCAC	KEEA	KANSO	FP	JCAC	KEEA	KANSO	FP	JCAC	KEEA	KANSO	FP	JCAC	KEEA	KANSO	FP	JCAC	KEEA	KANSO

名称	分析機関名
FP	福島県
TRK	東北緑化環境保全株式会社
JCAC	公益財団法人　日本分析センター
KANSO	株式会社ＫＡＮＳＯテクノス
KEEA	一般財団法人　九州環境管理協会
MERI	公益財団法人　海洋生物環境研究所
TPT	東京パワーテクノロジー株式会社
IAEA	IAEA Environment Laboratories
IRSN	Institut de Radioprotection et Surete Nucleaire, France
KINS	Korea Institute of Nuclear Safety, Korea
KIT	Karlsruhe Institute of Technology, Germany

（２）採泥

D-GPS を用いて船位を確認後、グラブ式採泥器（スミス・マッキンタイヤ型採泥器）を用いて採泥を行った。採取した海底土はステンレス製のバットに移して攪拌・均一化を図った後に、湿重量で 6kg-wet 程度を分取して調製用の海底土試料とした。

図２－４に海底土試料の採泥状況を示す。

図２－４　海底土試料の採泥状況

３．結果

３－１．現地調査記録

現地調査に係るインベントリデータを表３－１に、現地調査に係る記録写真を資料に示す。

表３－１　令和３度 IAEA との試験所間比較試験に係る試料採取インベントリデータ

調査年月日		2021年11月11日			2021年11月8日			2021年11月8日			2021年11月11日			2021年11月8日			2021年11月8日	2021年11月8日	2021年11月8日
測点		M-101			M-102			M-103			M-104			T-D1			F-P04	T-S3	T-S8
緯度(予定)※1		37° 25′ 36″			37° 25′ 06″			37° 26′ 42″			37° 24′ 06″			37° 30′ 00″			37° 25′ 27″	37° 27′ 30″	37° 23′ 00″
経度(予定)※1		141° 02′ 36″			141° 02′ 36″			141° 02′ 48″			141° 02′ 48″			141° 04′ 20″			141° 03′ 26″	141° 04′ 44″	141° 04′ 44″
緯度(結果) 経度(結果)		同上			同上			同上			同上			同上			同上	同上	同上
気象・海象	天候	快晴			曇			晴			快晴			晴			晴	曇	晴
	風向※2	W			N			N			NNE			–			N	N	N
	風速(m／s)※2	0.8			1.8			0.6			0.8			CALM			2.2	2.0	2.4
	波高(m)	0.5			1.2			1.0			1.0			1.0			1.2	1.5	1.2
	透明度(m)	2.0			2.4			3.4			2.1			7.0			3.3	3.5	5.0
	水色※2	3GY5.5/5.5			9G3.5/8.5			9G3.5/8.5			3GY5.5/5.5			9G3.5/8.5			9G3.5/8.5	9G3.5/8.5	9G3.5/8.5
	水深(m)	10.2			10.6			11.7			12.9			21.2			17.4	22.7	26.5
水質	採水時刻	10:13	10:27	10:36	10:28	10:42	10:53	11:14	11:28	11:36	9:31	9:43	9:55	12:04	12:17	12:25	–	–	–
	水温(℃)※3	17.38	17.41	17.46	17.57	17.58	17.66	17.74	17.71	17.74	17.11	17.15	17.19	17.82	17.82	17.87	–	–	–
	塩分※4	32.89	32.96	32.90	33.05	33.03	33.03	32.97	32.96	32.97	32.84	32.79	32.80	33.12	33.09	33.08	–	–	–
底質	採泥時刻	–			–			–			–			–			9:21	9:49	8:45
	泥温(℃)	–			–			–			–			–			17.8	17.9	17.8
	色調※5	–			–			–			–			–			2.5Y4/3	5Y4/2	5Y4/2
	性状	–			–			–			–			–			砂	砂	砂
	臭気	–			–			–			–			–			なし	なし	なし
	混入物	–			–			–			–			–			ヤドカリ	なし	なし
	採泥回数	–			–			–			–			–			3	3	2
	採泥量(kg-wet)※6	–			–			–			–			–			6.6	7.5	6.3
備考		気温：19.5℃			気温：15.8℃			気温：18.2℃			気温：15.3℃			気温：21.0℃			気温：15.4℃ 採泥量：6.0kg-wet程度	気温：15.6℃ 採泥量：6.0kg-wet程度	気温：15.4℃ 採泥量：6.0kg-wet程度

※1：緯度・経度は世界測地系WGS84に準拠した。

※2：風向の”-”は方向なし、風速の”CALM”は静穏（風速0.2m/s以下）を示す。

※3：水色の色調判定は標準色カード202に従った。

※4：水温、塩分は船上の大型タンクに汲み上げた海水の性状を示す。

※5：底質の色調判定は新版標準土色帖に従った。

※6：採泥量は船上での簡易計測。

３－２．試料の送付

試料の送付は（公財）日本分析センターの指示に従った。

海水試料は、採取当日に表３－２に示す分析実施機関に送付した。

海底土試料は、採取当日に現地から日本分析センターに送付した。

表３－２　海水試料の送付先（現地発送）

分析実施機関	^{134}Cs、^{137}Cs分析用	^{90}Sr 分析用	^{3}H分析用	送付先
IAEA Environment Laboratories	20L×1個×5地点	20L×2個×5地点	2L×1個×5地点	日本分析センター 分析部　総括グループ
Institut de Radioprotection et Surete Nucleaire, France	20L×1個×5地点	20L×2個×5地点	2L×1個×5地点	
Korea Institute of Nuclear Safety, Korea	20L×1個×5地点	20L×2個×5地点	2L×1個×5地点	
Karlsruhe Institute of Technology, Germany	20L×1個×5地点	20L×2個×5地点	2L×1個×5地点	
公益財団法人日本分析センター	20L×1個×5地点	20L×2個×5地点	2L×1個×5地点	
福島県	20L×1個×5地点	20L×2個×5地点	―	福島県環境創造センター 環境放射線センター
	―	―	2L×1個×5地点	福島県環境創造センター 研究部
株式会社KANSOテクノス	20L×1個×2地点	20L×2個×5地点	―	株式会社KANSOテクノス 計測分析所
一般財団法人九州環境管理協会	20L×1個×1地点	20L×2個×5地点	2L×1個×5地点	九州環境管理協会 技術部先進領域課
公益財団法人海洋生物環境研究所	20L×1個×4地点	―	2L×1個×4地点	海洋生物環境研究所 中央研究所
東北緑化環境保全株式会社	20L×1個×2地点	―	―	東北緑化環境保全株式会社 環境分析センター
東京パワーテクノロジー株式会社	20L×1個×1地点	―	2L×1個×1地点	東京パワーテクノロジー 株式会社 福島原子力事業所

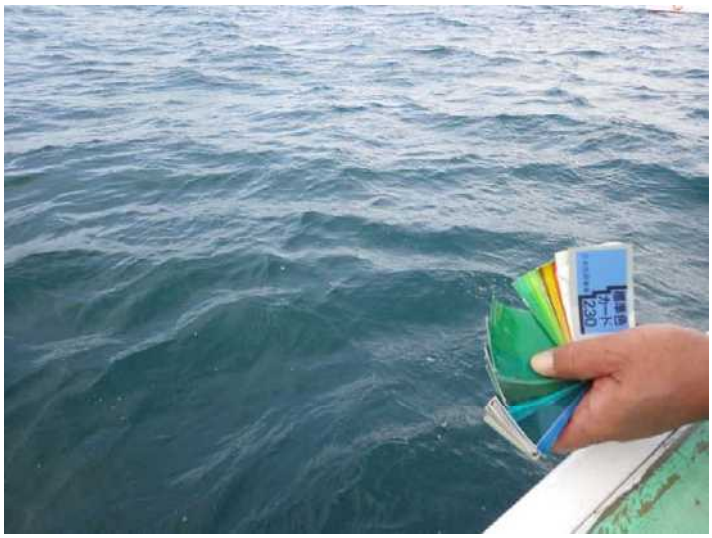
資料

令和３年度 IAEA との試験所間比較分析に係る試料採取及び試料調製等業務
現地調査状況写真集

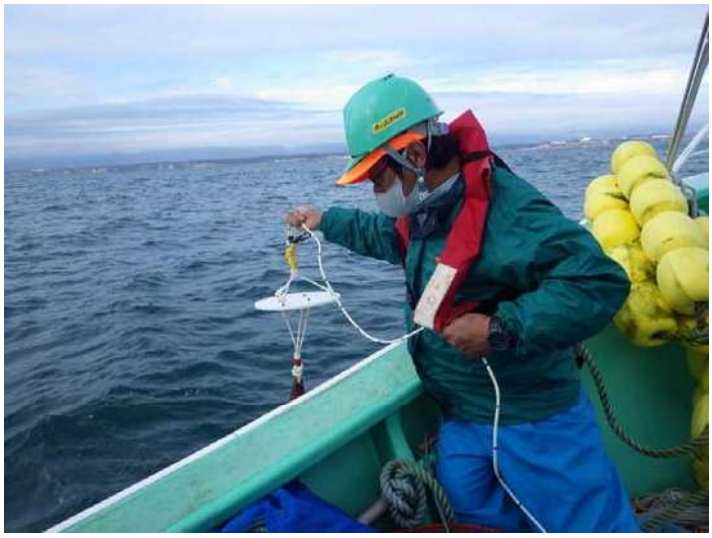
写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.1 調査地点 T-S8 写真項目 調査地点状況 写真説明 調査地点 遠景 調査年月日 令和3年11月8日	
No.2 調査地点 T-S8 写真項目 調査地点状況 写真説明 調査地点 近景 調査年月日 令和3年11月8日	
No.3 調査地点 T-S8 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 気温測定 調査年月日 令和3年11月8日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.4 調査地点 T-S8 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 風向・風速測定 調査年月日 令和3年11月8日	
No.5 調査地点 T-S8 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 風向・風速測定 調査年月日 令和3年11月8日	
No.6 調査地点 T-S8 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 水色測定 調査年月日 令和3年11月8日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.7 調査地点 T-S8 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 透明度測定 調査年月日 令和3年11月8日	
No.8 調査地点 T-S8 写真項目 調査実施状況 写真説明 採泥 採泥状況 調査年月日 令和3年11月8日	
No.9 調査地点 T-S8 写真項目 調査実施状況 写真説明 採泥 泥温・泥色測定 調査年月日 令和3年11月8日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.10 調査地点 F-P04 写真項目 調査地点状況 写真説明 調査地点 遠景 調査年月日 令和3年11月8日	
No.11 調査地点 F-P04 写真項目 調査地点状況 写真説明 調査地点 近景 調査年月日 令和3年11月8日	
No.12 調査地点 F-P04 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 気温測定 調査年月日 令和3年11月8日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.13 調査地点 F-P04 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 風向測定 調査年月日 令和3年11月8日	
No.14 調査地点 F-P04 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 風速測定 調査年月日 令和3年11月8日	
No.15 調査地点 F-P04 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 水色測定 調査年月日 令和3年11月8日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.16 調査地点 F-P04 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 透明度測定 調査年月日 令和3年11月8日	
No.17 調査地点 F-P04 写真項目 調査実施状況 写真説明 採泥 採泥状況 調査年月日 令和3年11月8日	
No.18 調査地点 F-P04 写真項目 調査実施状況 写真説明 採泥 泥温・泥色測定 調査年月日 令和3年11月8日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.19 調査地点 T-S3 写真項目 調査地点状況 写真説明 調査地点 遠景 調査年月日 令和3年11月8日	
No.20 調査地点 T-S3 写真項目 調査地点状況 写真説明 調査地点 近景 調査年月日 令和3年11月8日	
No.21 調査地点 T-S3 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 気温測定 調査年月日 令和3年11月8日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.22 調査地点 T-S3 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 風向測定 調査年月日 令和3年11月8日	
No.23 調査地点 T-S3 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 風速測定 調査年月日 令和3年11月8日	
No.24 調査地点 T-S3 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 水色測定 調査年月日 令和3年11月8日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.25 調査地点 T-S3 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 透明度測定 調査年月日 令和3年11月8日	
No.26 調査地点 T-S3 写真項目 調査実施状況 写真説明 採泥 採泥状況 調査年月日 令和3年11月8日	
No.27 調査地点 T-S3 写真項目 調査実施状況 写真説明 採泥 泥温・泥色測定 調査年月日 令和3年11月8日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.28 調査地点 M-102 写真項目 調査地点状況 写真説明 調査地点 遠景 調査年月日 令和3年11月8日	
No.29 調査地点 M-102 写真項目 調査地点状況 写真説明 調査地点 近景 調査年月日 令和3年11月8日	
No.30 調査地点 M-102 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 気温測定 調査年月日 令和3年11月8日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.31 調査地点 M-102 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 風向・風速測定 調査年月日 令和3年11月8日	
No.32 調査地点 M-102 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 水色測定 調査年月日 令和3年11月8日	
No.33 調査地点 M-102 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 透明度測定 調査年月日 令和3年11月8日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.34 調査地点 M-102 写真項目 調査実施状況 写真説明 採水 海水採取状況 調査年月日 令和3年11月8日	
No.35 調査地点 M-102 写真項目 調査実施状況 写真説明 採水 水質測定 調査年月日 令和3年11月8日	
No.36 調査地点 M-102 写真項目 調査実施状況 写真説明 採水 分注状況 調査年月日 令和3年11月8日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.37 調査地点 M-103 写真項目 調査地点状況 写真説明 調査地点 遠景 調査年月日 令和3年11月8日	
No.38 調査地点 M-103 写真項目 調査地点状況 写真説明 調査地点 近景 調査年月日 令和3年11月8日	
No.39 調査地点 M-103 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 気温測定 調査年月日 令和3年11月8日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.40 調査地点 M-103 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 風向・風速測定 調査年月日 令和3年11月8日	
No.41 調査地点 M-103 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 水色測定 調査年月日 令和3年11月8日	
No.42 調査地点 M-103 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 透明度測定 調査年月日 令和3年11月8日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.43 調査地点 M-103 写真項目 調査実施状況 写真説明 採水 海水採取状況 調査年月日 令和3年11月8日	
No.44 調査地点 M-103 写真項目 調査実施状況 写真説明 採水 水質測定 調査年月日 令和3年11月8日	
No.45 調査地点 M-103 写真項目 調査実施状況 写真説明 採水 分注状況 調査年月日 令和3年11月8日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.46 調査地点 T-D1 写真項目 調査地点状況 写真説明 調査地点 遠景 調査年月日 令和3年11月8日	
No.47 調査地点 T-D1 写真項目 調査地点状況 写真説明 調査地点 近景 調査年月日 令和3年11月8日	
No.48 調査地点 T-D1 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 気温測定 調査年月日 令和3年11月8日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.49 調査地点 T-D1 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 風向・風速測定 調査年月日 令和3年11月8日	
No.50 調査地点 T-D1 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 水色測定 調査年月日 令和3年11月8日	
No.51 調査地点 T-D1 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 透明度測定 調査年月日 令和3年11月8日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.52 調査地点 T-D1 写真項目 調査実施状況 写真説明 採水 海水採取状況 調査年月日 令和3年11月8日	
No.53 調査地点 T-D1 写真項目 調査実施状況 写真説明 採水 水質測定 調査年月日 令和3年11月8日	
No.54 調査地点 T-D1 写真項目 調査実施状況 写真説明 採水 分注状況 調査年月日 令和3年11月8日	

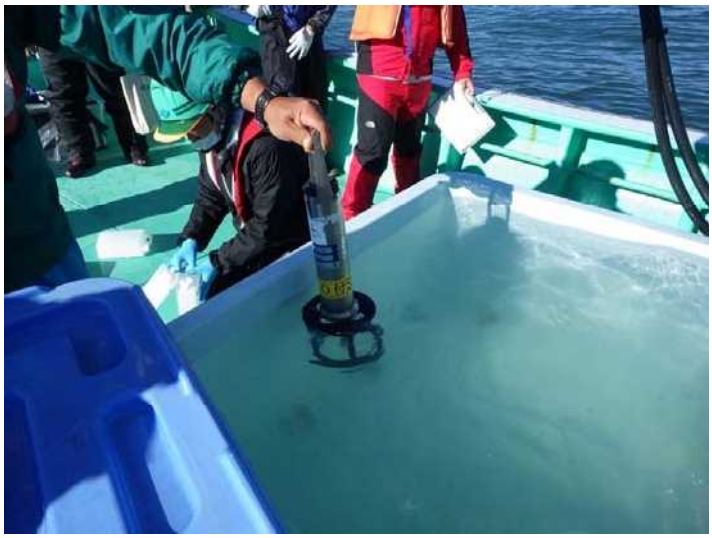
写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.55 調査地点 M-104 写真項目 調査地点状況 写真説明 調査地点 遠景 調査年月日 令和3年11月11日	
No.56 調査地点 M-104 写真項目 調査地点状況 写真説明 調査地点 近景 調査年月日 令和3年11月11日	
No.57 調査地点 M-104 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 気温測定 調査年月日 令和3年11月11日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.58 調査地点 M-104 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 風向・風速測定 調査年月日 令和3年11月11日	
No.59 調査地点 M-104 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 水色測定 調査年月日 令和3年11月11日	
No.60 調査地点 M-104 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 透明度測定 調査年月日 令和3年11月11日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.61 調査地点 M-104 写真項目 調査実施状況 写真説明 採水 海水採取状況 調査年月日 令和3年11月11日	
No.62 調査地点 M-104 写真項目 調査実施状況 写真説明 採水 水質測定 調査年月日 令和3年11月11日	
No.63 調査地点 M-104 写真項目 調査実施状況 写真説明 採水 分注状況 調査年月日 令和3年11月11日	

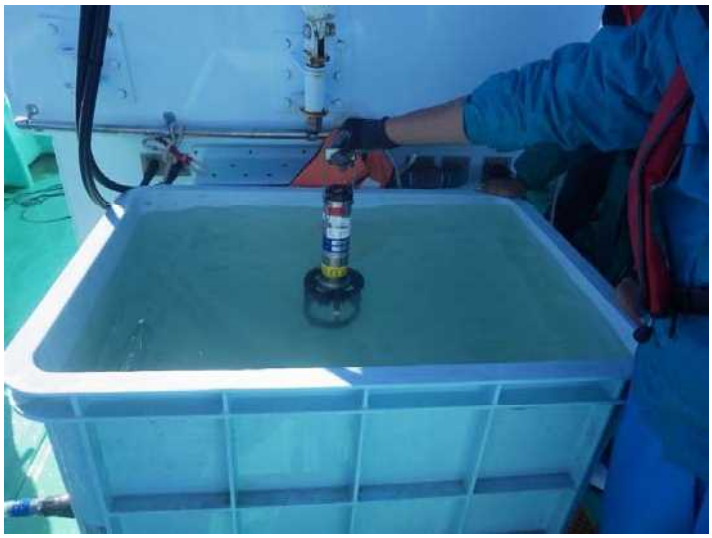
写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.64 調査地点 M-101 写真項目 調査地点状況 写真説明 調査地点 遠景 調査年月日 令和3年11月11日	
No.65 調査地点 M-101 写真項目 調査地点状況 写真説明 調査地点 近景 調査年月日 令和3年11月11日	
No.66 調査地点 M-101 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 気温測定 調査年月日 令和3年11月11日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.67 調査地点 M-101 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 風向・風速測定 調査年月日 令和3年11月11日	
No.68 調査地点 M-101 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 水色測定 調査年月日 令和3年11月11日	
No.69 調査地点 M-101 写真項目 調査実施状況 写真説明 気象・海象 透明度測定 調査年月日 令和3年11月11日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.70 調査地点 M-101 写真項目 調査実施状況 写真説明 採水 海水採取状況 調査年月日 令和3年11月11日	
No.71 調査地点 M-101 写真項目 調査実施状況 写真説明 採水 水質測定 調査年月日 令和3年11月11日	
No.72 調査地点 M-101 写真項目 調査実施状況 写真説明 採水 分注状況 調査年月日 令和3年11月11日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.73 調査地点 T-S3,T-S8,F-P04 写真項目 採取試料 写真説明 採取試料 採泥試料 調査年月日 令和3年11月8日	
No.74 調査地点 - 写真項目 採取試料 写真説明 採取試料 採水試料固定 調査年月日 令和3年11月8日	
No.75 調査地点 T-D1,M-103,M-102 写真項目 採取試料 写真説明 採取試料 採水試料 調査年月日 令和3年11月8日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.76 調査地点 M-102 写真項目 採取試料 写真説明 採取試料 採水試料 調査年月日 令和3年11月8日	
No.77 調査地点 M-103 写真項目 採取試料 写真説明 採取試料 採水試料 調査年月日 令和3年11月8日	
No.78 調査地点 T-D1 写真項目 採取試料 写真説明 採取試料 採水試料 調査年月日 令和3年11月8日	

写真集(1F沖採水・採泥調査助勢)

No.79 調査地点 M-101,M-104 写真項目 採取試料 写真説明 採取試料 採水試料 調査年月日 令和3年11月11日	
No.80 調査地点 M-101 写真項目 採取試料 写真説明 採取試料 採水試料 調査年月日 令和3年11月11日	
No.81 調査地点 M-104 写真項目 採取試料 写真説明 採取試料 採水試料 調査年月日 令和3年11月11日	

参考資料２

海底土の前処理作業

１．概要

福島県沖を中心とする海洋モニタリングデータの国際的な信頼性・透明性の向上のため、原子力規制委員会は、IAEA との協力により試験所間比較分析（inter-laboratory comparison）を実施している。

この試験所間比較分析の一環として、本件は東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所付近の海域で海水及び海底土を採取し、試料の放射能分析を実施している。

日本分析センターでは、IAEA との調整の上、決定された方法に従って、海底土の前処理、分割等を実施した。

２．実施方法

（１）実施時期

海底土の前処理、分割は 2021 年 11 月 10～15 日に実施した。

前処理、分割に係る日程表を表 2-1 に示す。

表 2-1　前処理実施日程

（２）前処理工程

前処理を行った海底土試料は、表 2-2 に示す。

海底土試料は、図 2-1 に示すフローに基づいて前処理、分割を実施し、試験所間比較分析用試料とした。

表 2-2　海底土試料の採取地点と受取量

採取地点	受取量	分析機関	
		Cs分析用	Pu分析用
T-S3	6.6kg-wet	8	7
T-S8	5.8kg-wet	8	7
F-P04	6.7kg-wet	8	7

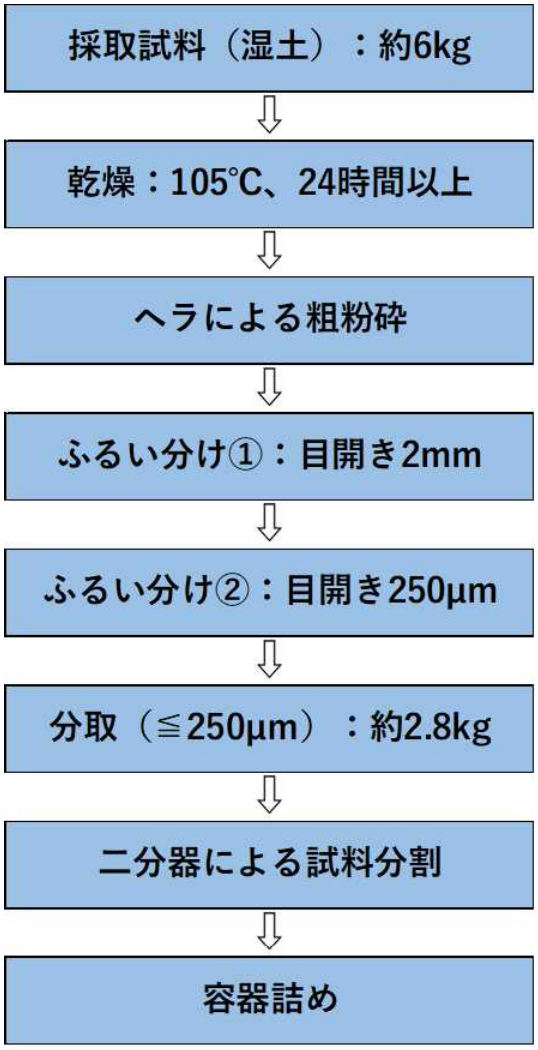


図 2-1　海底土試料の調製フロー

（３）試料の分割

採取地点 T-S3、T-S8 及び F-P04 の海底土試料の分割フローを図 2-2 に示す。

試料の分割には筒井理化学器械株式会社製の二分器 JIS6 号型を用いた。

分割した試料は、粉体ロートを用いて、T-S3 は 10 本の容器、T-S8 及び F-P04 は 9 本の容器に移した。

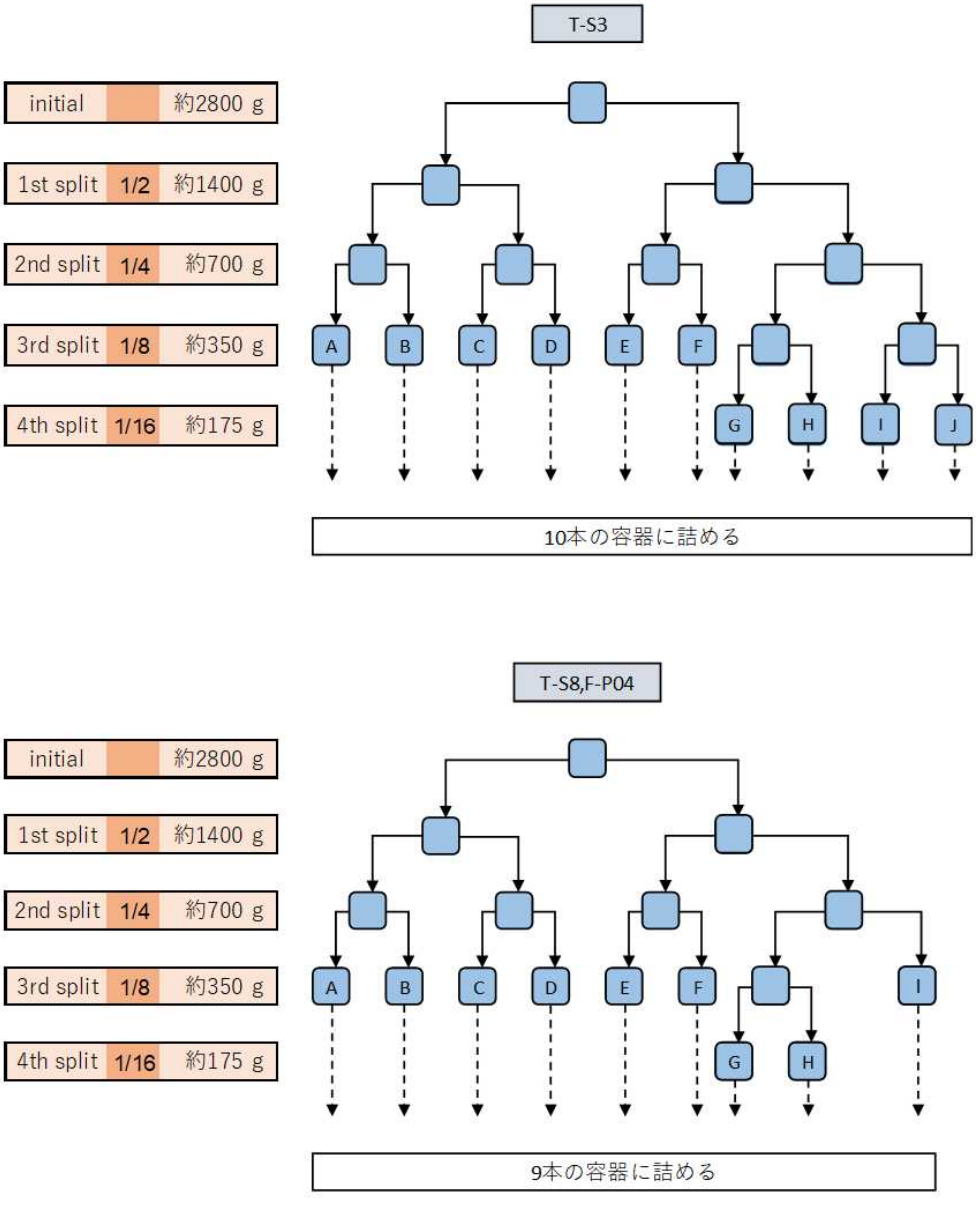


図 2-2　海底土試料の分割フロー

３．実施結果

（１）試料調製の記録

海底土試料の前処理、分割に係る詳細データは、地点ごとに表 3-1～3 に示す。

表 3-1　IAEA との試験所間比較分析に係る海底土前処理、分割記録（1）

Sample		No.	T-S3									
Initial		trayNo.	total	101	102							
		tray(g)		1068.8	1082.3							
		tray+ sample (g)		4289.0	4425.5							
		sample (g)	**6563.4**	**3220.2**	**3343.2**							
Dry (at 105 ℃)	1st weight	tray+ sample (g)	total	3618.5	3727.4							
		sample (g)	**5194.8**	**2549.7**	**2645.1**							
	2nd weight	tray+ sample (g)	total	3618.7	3726.9							
		sample (g)	**5194.5**	**2549.9**	**2644.6**							
	1st - 2nd	decrease(g)	0.30									
	1st - 2nd	decrease(%)	0.01									
	water content (%)		20.9									
size fractionation	> 2 mm	trayNo.	total	103								
		tray(g)		435.7								
		tray+ sample (g)		470.6								
		sample (g)	**34.9**	**34.9**								
	≦ 2 mm	trayNo.	total	104								
		tray(g)		1081.8								
		tray+ sample (g)		6248.2								
		sample (g)	**5166.4**	**5166.4**								
size fractionation	> 250 μm	trayNo.	total	105								
		tray(g)		638.4								
		tray+ sample (g)		3073.2								
		sample (g)	**2434.8**	**2434.8**								
	≦ 250 μm	trayNo.	total	106								
		tray(g)		717.5								
		tray+ sample (g)		3446.5								
		sample (g)	**2729.0**	**2729.0**								
1st split	1/2	trayNo.	109				110					
		tray(g)	638.6				650.0					
		tray+ sample (g)	1990.6				2024.8					
		sample (g)	**1352.0**				**1374.8**					
2nd split	1/4	trayNo.	111		112		113		114			
		tray(g)	446.3		456.8		451.8		453.5			
		tray+ sample (g)	1122.1		1132.5		1151.8		1128.1			
		sample (g)	**675.8**		**675.7**		**700.0**		**674.6**			
3rd split	1/8	trayNo.	115	116	117	118	119	120	121		122	
		tray(g)	452.8	445.7	445	453.9	459.9	446.4	454.9		452.9	
		tray+ sample (g)	792.5	781	782.2	791.7	809.6	795.8	792.4		789.4	
		sample (g)	**339.7**	**335.3**	**337.2**	**337.8**	**349.7**	**349.4**	**337.5**		**336.5**	
4th split	1/16	trayNo.							123	124	125	126
		tray(g)							446.0	450.1	452.7	447.4
		tray+ sample (g)							615.1	617.7	621.3	614.9
		sample (g)	**339.7**	**335.3**	**337.2**	**337.8**	**349.7**	**349.4**	**169.1**	**167.6**	**168.6**	**167.5**
Bottle Name			IAEA ILC2021 Sediment T-S3 Bottle A	IAEA ILC2021 Sediment T-S3 Bottle B	IAEA ILC2021 Sediment T-S3 Bottle C	IAEA ILC2021 Sediment T-S3 Bottle D	IAEA ILC2021 Sediment T-S3 Bottle E	IAEA ILC2021 Sediment T-S3 Bottle F	IAEA ILC2021 Sediment T-S3 Bottle G	IAEA ILC2021 Sediment T-S3 Bottle H	IAEA ILC2021 Sediment T-S3 Bottle I	IAEA ILC2021 Sediment T-S3 Bottle J

表 3-2　IAEA との試験所間比較分析に係る海底土前処理、分割記録（2）

Sample		No.	T-S8										
Initial		tray No		301	302								
		tray (g)	total	1080.7	1076.8								
		tray+ sample (g)		3956.8	4015.1								
		sample (g)	**5814.4**	**2876.1**	**2938.3**								
Dry (at 105 °C)	1st weight	tray+ sample (g)	total	3194.6	3278.5								
		sample (g)	**4315.6**	**2113.9**	**2201.7**								
	2nd weight	tray+ sample (g)	total	3193.2	3276.9								
		sample (g)	**4312.6**	**2112.5**	**2200.1**								
	1st - 2nd	decrease(g)	3.00										
	1st - 2nd	decrease(%)	0.07										
	water content (%)		25.8										
size fractionation	> 2 mm	tray No		103									
		tray (g)	total	446.2									
		tray+ sample (g)		533.2									
		sample (g)	**87.0**	**87.0**									
	≦ 2 mm	tray No		104									
		tray (g)	total	1066.3									
		tray+ sample (g)		5298.5									
		sample (g)	**4232.2**	**4232.2**									
size fractionation	> 250 μm	tray No		105									
		tray (g)	total	638.3									
		tray+ sample (g)		1219.1									
		sample (g)	**580.8**	**580.8**									
	≦ 250 μm	tray No		106									
		tray (g)	total	717.0									
		tray+ sample (g)		3553.7									
		sample (g)	**2836.7**	**2836.7**									
1st split	1/2	tray No	109				110						
		tray (g)	649.5				637.9						
		tray+ sample (g)	2061.3				2060.4						
		sample (g)	**1411.8**				**1422.5**						
2nd split	1/4	tray No	111		112		113		114				
		tray (g)	446.0		444.8		452.5		459.8				
		tray+ sample (g)	1155.0		1146.1		1163.2		1171.9				
		sample (g)	**709.0**		**701.3**		**710.7**		**712.1**				
3rd split	1/8	tray No	115	116	117	118	119	120	121		122		
		tray (g)	456.6	445.6	447.1	452.7	453.4	453.6	451.6		435.4		
		tray+ sample (g)	809.8	801.1	794.7	805.8	810.7	806.3	808.9		789.5		
		sample (g)	**353.2**	**355.5**	**347.6**	**353.1**	**357.3**	**352.7**	**357.3**		**354.1**		
4th split	1/16	tray No							123	124			104
		tray (g)							454.7	445.7			1066.3
		tray+ sample (g)							634.2	623.4			1882.3
		sample (g)	**353.2**	**355.5**	**347.6**	**353.1**	**357.3**	**352.7**	**179.5**	**177.7**	**354.1**		**816.0**
Bottle Name			IAEA ILC2021 Sediment T-S8 Bottle A	IAEA ILC2021 Sediment T-S8 Bottle B	IAEA ILC2021 Sediment T-S8 Bottle C	IAEA ILC2021 Sediment T-S8 Bottle D	IAEA ILC2021 Sediment T-S8 Bottle E	IAEA ILC2021 Sediment T-S8 Bottle F	IAEA ILC2021 Sediment T-S8 Bottle G	IAEA ILC2021 Sediment T-S8 Bottle H	IAEA ILC2021 Sediment T-S8 Bottle I		IAEA ILC2021 Sediment T-S8 archive

表 3-3　IAEA との試験所間比較分析に係る海底土前処理、分割記録（3）

Sample		No.	F-P04												
Initial		tray No.	total	201	202										
		tray (g)		1041.2	1078.4										
		tray+ sample (g)		4371.5	4489.8										
		sample (g)	**6741.7**	**3330.3**	**3411.4**										
Dry (at 105 ℃)	1st weight	tray+ sample (g)	total	3530.6	3664.5										
		sample (g)	**5075.5**	**2489.4**	**2586.1**										
	2nd weight	tray+ sample (g)	total	3529.6	3662.8										
		sample (g)	**5072.8**	**2488.4**	**2584.4**										
	1st - 2nd	decrease(g)	2.70												
	1st - 2nd	decrease(%)	0.05												
	water content (%)		24.8												
size fractionation	> 2 mm	tray No.	total	203											
		tray (g)		451.4											
		tray+ sample (g)		497.1											
		sample (g)	**45.7**	**45.7**											
	≦ 2 mm	tray No.	total	204											
		tray (g)		1076.8											
		tray+ sample (g)		6111.6											
		sample (g)	**5034.8**	**5034.8**											
size fractionation	> 250 μm	tray No.	total	205											
		tray (g)		642.1											
		tray+ sample (g)		1153.4											
		sample (g)	**511.3**	**511.3**											
	≦ 250 μm	tray No.	total	206											
		tray (g)		747.0											
		tray+ sample (g)		4242.5											
		sample (g)	**3495.5**	**3495.5**											
1st split	1/2	tray No.	209				210								
		tray (g)	636.5				634.3								
		tray+ sample (g)	1988.5				2025.3								
		sample (g)	**1352.0**				**1391.0**								
2nd split	1/4	tray No.	211		212		213		214						
		tray (g)	453.2		452.5		432.0		406.8						
		tray+ sample (g)	1120.8		1135.2		1137.0		1092.4						
		sample (g)	**667.6**		**682.7**		**705.0**		**685.6**						
3rd split	1/8	tray No.	215	216	217	218	219	220	221		222				
		tray (g)	433.4	424.6	427.9	413.3	439.3	435	441.1		431.4				
		tray+ sample (g)	773.9	751.3	773.1	749.9	800.4	778.2	775.4		782.5				
		sample (g)	**340.5**	**326.7**	**345.2**	**336.6**	**361.1**	**343.2**	**334.3**		**351.1**				
4th split	1/16	tray No.							223	224			204	208	
		tray (g)							434.0	441.1			1076.8	701.5	
		tray+ sample (g)							597.0	612.6			2106.2	1449.7	
		sample (g)	**340.5**	**326.7**	**345.2**	**336.6**	**361.1**	**343.2**	**163.0**	**171.5**	**351.1**		**1029.4**	**748.2**	
Bottle Name			IAEA ILC2021 Sediment F-P04 Bottle A	IAEA ILC2021 Sediment F-P04 Bottle B	IAEA ILC2021 Sediment F-P04 Bottle C	IAEA ILC2021 Sediment F-P04 Bottle D	IAEA ILC2021 Sediment F-P04 Bottle E	IAEA ILC2021 Sediment F-P04 Bottle F	IAEA ILC2021 Sediment F-P04 Bottle G	IAEA ILC2021 Sediment F-P04 Bottle H	IAEA ILC2021 Sediment F-P04 Bottle I		IAEA ILC2021 Sediment F-P04 archive	IAEA ILC2021 Sediment F-P04 archive	

（２）実施状況

試料調製の各工程について、実施状況を示す。

試料調製実施状況

海底土試料の受取

採取試料

乾燥前試料

乾燥

105℃、
24時間以上乾燥

乾燥後試料

粗粉砕

ヘラによる粗粉砕

ふるい分け①

目開き2㎜
ふるい分け

ふるい分け後

ふるい分け②

目開き250μm
ふるい分け

ふるい分け後

分取			
約2800g分取		ビニール袋内で 試料混合	
試料分割			
二分器による 試料分割		分割後試料	
容器詰め			
容器詰め		容器詰め試料 （T-S3）	
分析試料 （3地点分）			

参考資料３

分析実施機関の分析結果

分析機関 ： 福島県

IAEA ILC November 2021
H-3, Sr-90, Cs-134 and Cs-137 in seawater

Nuclide: H-3

Method (including separation):

About 1,200 g of sample was purified by vacuum distillation. 1,000 g of puified sample was enriched to the final weight of 15 g using alkaline electrolysis enrichment system. Enriched sample was neutrized by CO_2 gas bubbling and electrolyte was removed by vacuum distillation. 10 g of enriched water sample was mixed with 10 mL of scintillator(Ultima gold LLT, perkinelmer) and used for counting by liquid scintillation counter(500 min/sample). Tritium activity was determined using tritium spike method.

Detection system (including type of calibration applied):

Detection System : Liquid Scintillation Counter(LSC-LB7, Hitachi)
Methods of calibration : ESCR method

Detection limit (Bq/L):

0.028 Bq/L(calculated by Cooper's method : Factors determining the ultimate detection sensitivity of Ge(Li) gamma-ray spectrometers J.A.Cooper, 1970)

Nuclear data used (e.g., half-life):

half life of tritium : 12.33 year
β emission probability : 100%

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/L				
	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
Activity concentration of H-3 (Bq/L)	0.140	0.126	0.084	0.050	0.065
Uncertainty (k=1) (Bq/L)	0.022	0.019	0.015	0.011	0.014

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)				
Uncertainty component associated with net count rate of H-3	9.7	9.0	12.8	19.3	17.6
Uncertainty component associated with detector efficiency	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
Uncertainty component associated with weighing	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Uncertainty component associated with tritium activity of spike sample	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
Uncertainty component associated with tritium recovery on enrichment	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4
Relative combined standard uncertainty (k=1)	15.5	15.0	17.6	22.7	21.3

IAEA ILC November 2021
H-3, Sr-90, Cs-134 and Cs-137 in seawater

Nuclide: Sr-90

Method (including chemical separation):

Measurement of Y-90 chemical-separated from Sr-90 and another elements with Fe-precipitationand ion-exchange method

Detection system (including type of calibration applied):

low-background beta counter calibrated with standard Y-90 source

Detection limit (Bq/L):

M-101:0.00095Bq/L,M-102:0.00075Bq/L,M-103:0.00065Bq/L,M-104:0.00068Bq/L,TD-1:0.00053Bq/L

Nuclear data used (e.g., half-life):

ICRP Publication 107:Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations, Ann.ICRP38(3),2008

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/L				
	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
Activity concentration of Sr-90 (Bq/L)	0.003	0.002	0.001	0.001	ND
Uncertainty (k=1) (Bq/L)	0.000	0.000	0.000	0.000	-

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)				
Uncertainty component associated with net count rate of Sr-90 (or Y-90 if applicable)	12.0	16.8	22.0	22.5	37.9
Uncertainty component associated with detector efficiency	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
Uncertainty component associated with chemical yield determination	2.7	2.8	2.8	2.8	2.7
Uncertainty component associated with weighing	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Any other uncertainty component (please specify)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Relative combined standard uncertainty (k=1)	12.7	17.3	22.5	23.0	38.2

IAEA ILC November 2021
H-3, Sr-90, Cs-134 and Cs-137 in seawater

Nuclide: Cs-134

Method (including chemical separation, if applicable):

Chemical separation of caesium by using ammmonium molybdophosphate(AMP) and manganese dioxide(MnO2) followed by gamma-ray spectrometry with a HPGe detector

Detection system (including type of calibration applied):

CANBERRA Genie 2000
(Calibration with multi -gamma source)

Detection limit (Bq/L):

M-101:0.0021Bq/L,M-102:0.0021Bq/L,M-103:0.0019Bq/L,M-104:0.0018Bq/L,T-D1:0.0018Bq/L

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

Table of Isotopes,7th Edition (harf-life:2.062year,emission probabilities:85.44%)

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/L				
	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
Activity concentration of Cs-134 (Bq/L)	ND	ND	ND	ND	ND
Uncertainty (k=1) (Bq/L)	—	—	—	—	—

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)				
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-134					
Uncertainty component associated with detector efficiency	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
Uncertainty component associated with emission probability	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
Uncertainty component associated with weighing	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Any other uncertainty component (please specify)	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
Relative combined standard uncertainty (k=1)	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9

IAEA ILC November 2021
H-3, Sr-90, Cs-134 and Cs-137 in seawater

Nuclide: Cs-137

Method (including chemical separation, if applicable):

Chemical separation of caesium by using ammmonium molybdophosphate(AMP) and manganese dioxide(MnO2) followed by gamma-ray spectrometry with a HPGe detector

Detection system (including type of calibration applied):

CANBERRA Genie 2000
(Calibration with multi -gamma source)

Detection limit (Bq/L):

M-101:0.0014Bq/L,M-102:0.0015Bq/L,M-103:0.0014Bq/L,M-104:0.0014Bq/L,T-D1:0.0014Bq/L

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

Table of Isotopes,7th Edition (harf-life:30.174year,emission probabilities:85.0%)

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/L				
	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
Activity concentration of Cs-137 (Bq/L)	0.060	0.042	0.013	0.019	0.004
Uncertainty (k=1) (Bq/L)	0.004	0.003	0.001	0.001	0.001

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)				
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-137	2.2	2.7	5.4	4.3	14.4
Uncertainty component associated with detector efficiency	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
Uncertainty component associated with emission probability	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
Uncertainty component associated with weighing	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Any other uncertainty component (please specify)	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
Relative combined standard uncertainty (k=1)	6.2	6.4	8.0	7.3	15.6

IAEA ILC November 2021
Cs-134, Cs-137, Pu-238 and Pu-239/240 in sediment

Nuclide: Cs-134

Method:

gammma-ray spectrometry with a HPGe detector

Detection system (including type of calibration applied):

CANBERRA Genie 2000
(Calibration with multi-gamma source)

Detection limit (Bq/kg dry):

F-P04:0.96Bq/kg dry,T-S3:0.83Bq/kg dry,T-S8:0.85Bq/kg dry

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

Table of Isotopes,7th Edition (harf-life:2.062year,emission probabilities:85.44%)

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/kg dry		
	F-P04	T-S3	T-S8
Massic activity of Cs-134 (Bq/kg dry)	1.4	—	1.9
Uncertainty (k=1) (Bq/kg dry)	0.3	—	0.3

Uncertainty Budget (optional)	**Relative uncertainty (%) (k=1)**		
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-134	23.0	—	15.9
Uncertainty component associated with detector efficiency	2.9	—	2.9
Uncertainty component associated with emission probability	2.7	—	2.7
Uncertainty component associated with weighing	0.2	—	0.2
Any other uncertainty component (please specify)	4.1	—	4.1
Relative combined standard uncertainty (k=1)	23.7	—	16.9

IAEA ILC November 2021
Cs-134, Cs-137, Pu-238 and Pu-239/240 in sediment

Nuclide: Cs-137

Method:

gammma-ray spectrometry with a HPGe detector

Detection system (including type of calibration applied):

CANBERRA Genie 2000
(Calibration with multi-gamma source)

Detection limit (Bq/kg dry):

F-P04:0.65Bq/kg dry,T-S3:0.53Bq/kg dry,T-S8:0.61Bq/kg dry

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

Table of Isotopes,7th Edition (harf-life:30.174year,emission probabilities:85.0%)

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/kg dry		
	F-P04	T-S3	T-S8
Massic activity of Cs-137 (Bq/kg dry)	38.2	—	42.0
Uncertainty (k=1) (Bq/kg dry)	2.3	—	2.5

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)		
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-137	1.6	—	1.5
Uncertainty component associated with detector efficiency	2.9	—	2.9
Uncertainty component associated with emission probability	2.7	—	2.7
Uncertainty component associated with weighing	0.2	—	0.2
Any other uncertainty component (please specify)	4.1	—	4.1
Relative combined standard uncertainty (k=1)	5.9	—	5.9

IAEA ILC November 2021
Cs-134, Cs-137, Pu-238 and Pu-239/240 in sediment

Nuclide: Pu-238

Method:

After conditioning plutonium valence using reducing agent, purificated plutonium by anion exchange culumn was adhered to stainless steel plate electrically.

Detection system (including type of calibration applied):

Silicon semiconductor detector caliblated by alpha reference source certified by LRQA.

Detection limit (Bq/kg dry):

F-P04: 0.00424 , T-S3: 0.00468 , T-S8: 0.00490

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

Half life:87.7 year
emission porobabilities:99.9%

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/kg dry		
	F-P04	T-S3	T-S8
Massic activity of Pu-238 (Bq/kg dry)	0.00598	0.00710	0.00825
Uncertainty (k=1) (Bq/kg dry)	0.0014	0.0016	0.0016

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)		
Uncertainty component associated with net count rate of Pu-238	23.5	21.7	19.6
Uncertainty component associated with activity of yield tracer (if used)	1.13	1.13	1.13
Uncertainty component associated with net count rate of yield tracer (if used)	3.04	3.09	3.01
Uncertainty component associated with weighing	0.0210	0.0210	0.0210
Any other uncertainty component (please specify)	0.0	0.0	0.0
Relative combined standard uncertainty (k=1)	23.7	21.9	19.9

IAEA ILC November 2021
Cs-134, Cs-137, Pu-238 and Pu-239/240 in sediment

Nuclide: Pu-239/240

Method:

After conditioning plutonium valence using reducing agent, purificated plutonium by anion exchange culumn was adhered to stainless steel plate electrically.

Detection system (including type of calibration applied):

Silicon semiconductor detector caliblated by alpha reference source certified by LRQA.

Detection limit (Bq/kg dry):

F-P04: 0.0522 , T-S3: 0.0529 , T-S8:0.0611

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

Half life:6561 year
emission porobabilities:99.9%

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/kg dry		
	F-P04	T-S3	T-S8
Massic activity of Pu-239/240 (Bq/kg dry)	0.433	0.430	0.533
Uncertainty (k=1) (Bq/kg dry)	0.018	0.018	0.021

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)		
Uncertainty component associated with net count rate of Pu-239/240	2.63	2.69	2.35
Uncertainty component associated with activity of yield tracer (if used)	1.13	1.13	1.13
Uncertainty component associated with net count rate of yield tracer (if used)	3.04	3.09	3.01
Uncertainty component associated with weighing	0.0210	0.0210	0.0210
Any other uncertainty component (please specify)	0.00	0.00	0.00
Relative combined standard uncertainty (k=1)	4.2	4.2	4.0

分析機関 ： 東京パワーテクノロジー株式会社

IAEA ILC November 2021
H-3, Sr-90, Cs-134 and Cs-137 in seawater

Nuclide: H-3

Method (including separation):

The sample solution was distilled by a heating mantle.
A liquid scintillation counter (ALOKA, LB-7) was used for the counting of an aliquot of the distilled sample mixed with a scintillation cocktail (Ultima Gold LLT).

Detection system (including type of calibration applied):

The counting efficiency was determined by the external standard channels ratio method (ESCR).

Detection limit (Bq/L):

T-D1・・・ 0.35

Nuclear data used (e.g., half-life):

half life・・・ 12.32 (year)

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/L				
	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
Activity concentration of H-3 (Bq/L)	-	-	-	-	ND
Uncertainty (k=1) (Bq/L)	-	-	-	-	-

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)				
Uncertainty component associated with net count rate of H-3	-	-	-	-	-
Uncertainty component associated with detector efficiency	-	-	-	-	-
Uncertainty component associated with weighing	-	-	-	-	-
Any other uncertainty component (please specify)	-	-	-	-	-
Relative combined standard uncertainty (k=1)	-	-	-	-	-

IAEA ILC November 2021
H-3, Sr-90, Cs-134 and Cs-137 in seawater

Nuclide: Cs-134

Method (including chemical separation, if applicable):

Chemical separation of caesium by using AMP (ammonium molybdophosphate) followed by gamma-ray spectrometry with a p-type coaxial HPGe detector was used for 134Cs determination in seawater. SEIKO EG&G Gamma Studio was used for the analysis of the obtained spectra.

Detection system (including type of calibration applied):

Efficiency calibration is carried out using mixed-radionuclide sources in Marinelli beaker (Cd-109, Co-57, Ce-139, Cr-51, Sr-85, Cs-137, Mn-54, Y-88 and Co-60) for coincidence losses, self-absorption effects.

Detection limit (Bq/L):

T-D1・・・ 0.0008

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

half-life ・・・ 2.06 (year)
emission probabilities ・・・ 97.56 (%)

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/L				
	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
Activity concentration of Cs-134 (Bq/L)	-	-	-	-	ND
Uncertainty (k=1) (Bq/L)	-	-	-	-	-

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)				
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-134	-	-	-	-	-
Uncertainty component associated with detector efficiency	-	-	-	-	-
Uncertainty component associated with emission probability	-	-	-	-	-
Uncertainty component associated with weighing	-	-	-	-	-
Any other uncertainty component (please specify)	-	-	-	-	-
Relative combined standard uncertainty (k=1)	-	-	-	-	-

IAEA ILC November 2021
H-3, Sr-90, Cs-134 and Cs-137 in seawater

Nuclide: Cs-137

Method (including chemical separation, if applicable):

Chemical separation of caesium by using AMP (ammonium molybdophosphate) followed by gamma-ray spectrometry with a p-type coaxial HPGe detector was used for 137Cs determination in seawater. SEIKO EG&G Gamma Studio was used for the analysis of the obtained spectra.

Detection system (including type of calibration applied):

Efficiency calibration is carried out using mixed-radionuclide sources in Marinelli beaker (Cd-109, Co-57, Ce-139, Cr-51, Sr-85, Cs-137, Mn-54, Y-88 and Co-60) for coincidence losses, self-absorption effects.

Detection limit (Bq/L):

T-D1・・・ 0.0009

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

half-life ・・・ 30.17 (year)
emission probabilities ・・・ 85.0 (%)

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/L				
	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
Activity concentration of Cs-137 (Bq/L)	-	-	-	-	0.0041
Uncertainty (k=1) (Bq/L)	-	-	-	-	0.0004

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)				
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-137	-	-	-	-	8.6
Uncertainty component associated with detector efficiency	-	-	-	-	2.8
Uncertainty component associated with emission probability	-	-	-	-	0.6
Uncertainty component associated with weighing	-	-	-	-	0.5
Any other uncertainty component (please specify)	-	-	-	-	0.0
Relative combined standard uncertainty (k=1)	-	-	-	-	9.0

IAEA ILC November 2021
Cs-134, Cs-137, Pu-238 and Pu-239/240 in sediment

Nuclide: Cs-134

Method:

Sediment samples in U8 type polypropylene container were counted on a p-type coaxial HPGe detector.
SEIKO EG&G Gamma Studio was used for the analysis of the obtained spectra.

Detection system (including type of calibration applied):

Efficiency calibration is carried out using mixed-radionuclide sources in U8 type polypropylene container (Cd-109, Co-57, Ce-139, Cr-51, Sr-85, Cs-137, Mn-54, Y-88 and Co-60) for coincidence losses, self-absorption effects.

Detection limit (Bq/kg dry):

F-P04・・・0.7 , T-S3・・・0.6 , T-S8・・・0.6

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

half-life ・・・ 2.06 (year)
emission probabilities ・・・ 97.56 (%)

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/kg dry		
	F-P04	T-S3	T-S8
Massic activity of Cs-134 (Bq/kg dry)	1.6	1.5	1.7
Uncertainty (k=1) (Bq/kg dry)	0.4	0.2	0.2

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)		
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-134	24.0	15.1	13.7
Uncertainty component associated with detector efficiency	2.8	2.8	2.8
Uncertainty component associated with emission probability	0.3	0.3	0.3
Uncertainty component associated with weighing	0.0	0.0	0.0
Any other uncertainty component (please specify)	0.0	0.0	0.0
Relative combined standard uncertainty (k=1)	24.2	15.3	14.0

IAEA ILC November 2021
Cs-134, Cs-137, Pu-238 and Pu-239/240 in sediment

Nuclide: Cs-137

Method:

Sediment samples in U8 type polypropylene container were counted on a p-type coaxial HPGe detector.
SEIKO EG&G Gamma Studio was used for the analysis of the obtained spectra.

Detection system (including type of calibration applied):

Efficiency calibration is carried out using mixed-radionuclide sources in U8 type polypropylene container (Cd-109, Co-57, Ce-139, Cr-51, Sr-85, Cs-137, Mn-54, Y-88 and Co-60) for coincidence losses, self-absorption effects.

Detection limit (Bq/kg dry):

F-P04・・・0.7 , T-S3・・・0.6 , T-S8・・・0.7

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

half-life ・・・ 30.17 (year)
emission probabilities ・・・ 85.0 (%)

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/kg dry		
	F-P04	T-S3	T-S8
Massic activity of Cs-137 (Bq/kg dry)	41.3	46.3	50.9
Uncertainty (k=1) (Bq/kg dry)	1.3	1.4	1.6

Uncertainty Budget (optional)	**Relative uncertainty (%) (k=1)**		
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-137	1.5	1.4	1.3
Uncertainty component associated with detector efficiency	2.8	2.8	2.8
Uncertainty component associated with emission probability	0.6	0.6	0.6
Uncertainty component associated with weighing	0.0	0.0	0.0
Any other uncertainty component (please specify)	0.0	0.0	0.0
Relative combined standard uncertainty (k=1)	3.2	3.1	3.1

分析機関 ： 一般財団法人九州環境管理協会

IAEA ILC November 2021
H-3, Sr-90, Cs-134 and Cs-137 in seawater

Nuclide: H-3

Method (including separation):

Distilled seawater sample was electrically enriched about 50 times using electric cell (Ni anode, Fe cathode). After electrical enrichment, the sample was neutlized and distilled. Enriched sample water 10 g was mixed with scintillation cocktail 10 g in a 20 mL low diffusion polyvial, and measured by Low Backgound LSC for 800 min.

Detection system (including type of calibration applied):

Low Background Liquid Scintillation Counter(Hitachi, LB-5) calibrated with a set of quenched standards.

Detection limit (Bq/L):

M-101: 0.022, M-102: 0.022, M-103: 0.023, M-104: 0.023, T-D1: 0.022

Nuclear data used (e.g., half-life):

H-3 half-life: 12.312 ± 0.025 year (BIPM-5 Table of Radionuclides Vol.3)

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/L				
	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
Activity concentration of H-3 (Bq/L)	0.155	0.144	0.075	0.071	0.063
Uncertainty (k=1) (Bq/L)	0.011	0.010	0.009	0.009	0.008

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)				
Uncertainty component associated with net count rate of H-3	5.7	6.0	10.9	11.4	12.4
Uncertainty component associated with detector efficiency	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
Uncertainty component associated with weighing	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Uncertainty component asoociated with reproducibility electrolytic enrichment	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Relative combined standard uncertainty (k=1)	6.8	7.1	11.5	12.0	13.0

IAEA ILC November 2021
H-3, Sr-90, Cs-134 and Cs-137 in seawater

Nuclide: Sr-90

Method (including chemical separation):

Sr pre-consentration in 40 L of seawater sample was carried out using a cation exchange resin, followed by separation of carbonate precipitation and oxalate precipitation. Sr-Ca separation was carried out using a cation exchange resin. Ba was separated from Sr as the insoluble Ba cromate precipitate. The Sr-Y separation was carried out by co-precipitation of Y with ferric hydroxide. Sr chemical recovery was determined by ICP-AES. After 2weeks, Y-90 was measured immediately after separation from Sr-90 by proportional counter.

Detection system (including type of calibration applied):

Proportional counter(Mirion Technologies Canberra, LB-4200) calibrated with co-precipitation of Y-90 with ferric hydroxide.

Detection limit (Bq/L):

M-101: 0.00034, M-102: 0.00036, M-103: 0.00033, M-104: 0.00036, T-D1: 0.00031

Nuclear data used (e.g., half-life):

BIPM-5 Table of Radionuclides Vol.3
Sr-90 half-life(y): 28.80 ± 0.07 year , Y-90 half-life(d):2.6684 ± 0.0013 days

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/L				
	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
Activity concentration of Sr-90 (Bq/L)	0.00329	0.00182	0.00078	0.00093	0.00079
Uncertainty (k=1) (Bq/L)	0.00031	0.00021	0.00014	0.00016	0.00014

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)				
Uncertainty component associated with net count rate of Sr-90 (or Y-90 if applicable)	6.8	10.1	17.3	16.3	16.5
Uncertainty component associated with detector efficiency	2.0	1.9	1.7	1.5	1.7
Uncertainty component associated with chemical yield determination	6.2	4.8	6.3	4.7	6.2
Uncertainty component associated with weighing	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Any other uncertainty component (please specify)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Relative combined standard uncertainty (k=1)	9.4	11.3	18.5	17.0	17.7

IAEA ILC November 2021
H-3, Sr-90, Cs-134 and Cs-137 in seawater

Nuclide: Cs-134

Method (including chemical separation, if applicable):

Cs in seawater sample (20 L) was co-precipitated with AMP, and separated AMP was measured for 160,000 sec by Ge detector.

Detection system (including type of calibration applied):

Low-Background Coaxial Ge detector (Mirion Technologies Canberra, GX4018-7915-30ULB) calibrated with multi gamma source.

Detection limit (Bq/L):

M-101: 0.00077

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

BIPM-5 Table of Radionuclides Vol.7
Cs-134 half-life(y): 2.0644 ± 0.0014 , emission probablities(%) 97.63 ± 0.08 (604.720 keV)

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/L				
	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
Activity concentration of Cs-134 (Bq/L)	0.00211	-	-	-	-
Uncertainty (k=1) (Bq/L)	0.00029	-	-	-	-

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)				
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-134	13.2	-	-	-	-
Uncertainty component associated with detector efficiency	3.34	-	-	-	-
Uncertainty component associated with emission probability	0.082	-	-	-	-
Uncertainty component associated with weighing	0.102	-	-	-	-
Uncertainty component associated with detector stability and sample positioning	1.36	-	-	-	-
Relative combined standard uncertainty (k=1)	13.7	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!

IAEA ILC November 2021
H-3, Sr-90, Cs-134 and Cs-137 in seawater

Nuclide: Cs-137

Method (including chemical separation, if applicable):

Cs in seawater sample (20 L) was co-precipitated with AMP, and separated AMP was measured for 160,000 sec by Ge detector.

Detection system (including type of calibration applied):

Low-Background Coaxial Ge detector (Mirion Technologies Canberra, GX4018-7915-30ULB) calibrated with multi gamma source.

Detection limit (Bq/L):

M-101: 0.0005

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

BIPM-5 Table of Radionuclides Vol.3
Cs-137 half-life(y): 30.05 ± 0.08 , emission probablities(%) 84.99 ± 0.20 (661.657 keV)

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/L				
	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
Activity concentration of Cs-137 (Bq/L)	0.0589	-	-	-	-
Uncertainty (k=1) (Bq/L)	0.0022	-	-	-	-

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)				
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-137	1.12	-	-	-	-
Uncertainty component associated with detector efficiency	3.34	-	-	-	-
Uncertainty component associated with emission probability	0.235	-	-	-	-
Uncertainty component associated with weighing	0.102	-	-	-	-
Uncertainty component associated with detector stability and sample positioning	1.36	-	-	-	-
Relative combined standard uncertainty (k=1)	3.8	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!

分析機関 ： 公益財団法人海洋生物環境研究所

IAEA ILC November 2021
H-3, Sr-90, Cs-134 and Cs-137 in seawater

Nuclide: H-3

Method (including separation):

The seawater samples were purified by distillation, and then tritium in the sample was concentrated by an electrolytic enrichment method (500 mL to 50 mL) by Ni-Ni electrodes. Enriched sample was further purified by distillation. The enriched sample (50ml) was mixed with 50 mL of Ultima Gold uLLT scintillation cocktail.

Detection system (including type of calibration applied):

Beta rays from the sample were measured using Hitachi AccuFLEX LSC-LB7 low background liquid scintillation counter. By using 8 standard samples with known concentrations of tritium and variable quenching levels, relationship between counting efficiencies and External Standard Channel Ratios (ESCR) was derived. The relationship was used to estimate counting efficiencies for each sample.

Detection limit (Bq/L):

M-101 : 0.049 Bq/L, M-102 : 0.049 Bq/L, M-103 : 0.047 Bq/L, M-104 : 0.048 Bq/L
We calculated the detection limit (DL) by 3σ method.

$$n_{DL} > \frac{K}{2}\left(\left(\frac{K}{t_s}\right) + \sqrt{\left(\frac{K}{t_s}\right)^2 + 4n_b\left(\frac{1}{t_s}+\frac{1}{t_b}\right)}\right)$$

nDL : detection limit counting rate
nb : BG counting rate
ts : Counting time for sample (500 min)
tb : Counting time for BG (1000 min)
K = 3

Nuclear data used (e.g., half-life):

The physical parameters used to calculate the radioactivity was referred to ENSDF（2020）.
Half life : 12.32 ± 0.02 years

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/L				
	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
Activity concentration of H-3 (Bq/L)	0.106	0.112	0.072	0.054	
Uncertainty (k=1) (Bq/L)	0.021	0.021	0.019	0.020	

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)				
Uncertainty component associated with net count rate of H-3	18.2%	17.3%	25.0%	33.6%	
Uncertainty component associated with detector efficiency	2.8%	2.8%	2.8%	2.8%	
Uncertainty component associated with weighing	0.012%	0.012%	0.012%	0.012%	
Any other uncertainty component (please specify)	7.2%	6.9%	9.1%	12.9%	
Relative combined standard uncertainty (k=1)	19.8%	18.8%	26.7%	36.1%	0.0

IAEA ILC November 2021
H-3, Sr-90, Cs-134 and Cs-137 in seawater

Nuclide: Cs-134

Method (including chemical separation, if applicable):

By adding 0.26 g of CsCl as carrier and 12 g of ammonium phosphomolybdate (AMP) to 18-21 l of seawater, 134Cs was separated by co-precipitation. AMP/Cs precipitate was filtered and, then, its radioactivity was measured by using a gamma-ray spectrometer equipped with a planar-type, high purity Ge detector. The chemical yield was estimated by Comparison of stable cesium concentrations in seawater before and after adding AMP, and it was more than 99.9 %.

Detection system (including type of calibration applied):

Efficiency calibration was carried out using five standard gamma ray sources with different height (0.5 cm, 1.0 cm, 2.0 cm, 3.0 cm, and 5.0 cm) in U-8 containers. The efficiency for the samples were calculated based on the regression curve for the height-efficiency relationship. FWHM was calculated by measuring a Co-60 standard source. The relative efficiency and FWHM of the detector 1 are 46 % and 1.76 keV, respectively. The relative efficiency and FWHM of the detector 2 are 42 % and 1.81 keV, respectively.

Detection limit (Bq/L):

M-101 : 0.0009 Bq/L, M-102 : 0.0008 Bq/L, M-103 : 0.0009 Bq/L, M-104 : 0.0009 Bq/L
The estimation of the detection limit was carried out by referring to the method of Cooper et al., 1970.

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

We referred ENSDF (August 2001).
Half life : 2.0648 ± 0.0010 years, Principal gamma ray emission energy : 604.7210 ± 0.0020 keV, Principal gamma ray emission probability : 97.62 ± 0.03 %

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/L				
	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
Activity concentration of Cs-134 (Bq/L)	0.0024	0.0016	Not Detect (N.D.)	N.D.	
Uncertainty (k=1) (Bq/L)	0.0003	0.0002			

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)				
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-134	9.4%	13.9%	31.9%	29.3%	
Uncertainty component associated with detector efficiency	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	
Uncertainty component associated with emission probability	0.03%	0.03%	0.03%	0.03%	
Uncertainty component associated with weighing	0.0040%	0.0040%	0.0040%	0.0040%	
Any other uncertainty component (please specify)	1.4%	1.4%	1.4%	1.3%	
Relative combined standard uncertainty (k=1)	11.8%	15.6%	32.7%	30.2%	0.0

IAEA ILC November 2021
H-3, Sr-90, Cs-134 and Cs-137 in seawater

Nuclide: Cs-137

Method (including chemical separation, if applicable):

By adding 0.26 g of CsCl as carrier and 12 g of ammonium phosphomolybdate (AMP) to 18-21 l of seawater, 134Cs was separated by co-precipitation. AMP/Cs precipitate was filtered and, then, its radioactivity was measured by using a gamma-ray spectrometer equipped with a planar-type, high purity Ge detector. The chemical yield was estimated by Comparison of stable cesium concentrations in seawater before and after adding AMP, and it was more than 99.9 %.

Detection system (including type of calibration applied):

Efficiency calibration was carried out using five standard gamma ray sources with different height (0.5 cm, 1.0 cm, 2.0 cm, 3.0 cm, and 5.0 cm) in U-8 containers. The efficiency for the samples were calculated based on the regression curve for the height-efficiency relationship. FWHM was calculated by measuring a Co-60 standard source. The relative efficiency and FWHM of the detector are 42 % and 1.77 keV, respectively.

Detection limit (Bq/L):

M-101 : 0.0007 Bq/L, M-102 : 0.0007 Bq/L, M-103 : 0.0007 Bq/L, M-104 : 0.0007 Bq/L
The estimation of the detection limit was carried out by referring to the method of Cooper et al., 1970.

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

We referred ENSDF (August 2001).
Half life : 30.04 ± 0.03 years, Principal gamma ray emission energy : 661.657 ± 0.003 keV, Principal gamma ray emission probability : 85.10 ± 0.20 %

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/L				
	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
Activity concentration of Cs-137 (Bq/L)	0.059	0.041	0.014	0.018	
Uncertainty (k=1) (Bq/L)	0.0042	0.0030	0.0011	0.0013	

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)				
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-137	1.1%	1.3%	2.5%	1.9%	
Uncertainty component associated with detector efficiency	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	
Uncertainty component associated with emission probability	0.24%	0.24%	0.24%	0.24%	
Uncertainty component associated with weighing	0.0040%	0.0040%	0.0040%	0.0040%	
Any other uncertainty component (please specify)	1.4%	1.4%	1.4%	1.3%	
Relative combined standard uncertainty (k=1)	7.2%	7.2%	7.5%	7.4%	0.0

分析機関 ： 東北緑化環境保全株式会社

IAEA ILC November 2021
H-3, Sr-90, Cs-134 and Cs-137 in seawater

Nuclide: Cs-134

Method (including chemical separation, if applicable):

Cesium chemical separation by ammonium phosphomolybdate (AMP)

Detection system (including type of calibration applied):

Germanium semiconductor detector
Calibration with cesium source

Detection limit (Bq/L):

M-102:0.00098,M-103:0.00087

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

2.065 years 604.66keV 97.62%

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/L				
	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
Activity concentration of Cs-134 (Bq/L)	0.000	ND	ND	0.000	0.000
Uncertainty (k=1) (Bq/L)	0.000	-	-	0.000	0.000

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)				
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-134	0.0	41.1	67.8	0.0	0.0
Uncertainty component associated with detector efficiency	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0
Uncertainty component associated with emission probability	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0
Uncertainty component associated with weighing	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Any other uncertainty component (~~please specify~~) Uncertainty of radioactivity of standrd sourcos	0.0	2.4	2.4	0.0	0.0
Relative combined standard uncertainty (k=1)	0.0	41.2	67.9	0.0	0.0

IAEA ILC November 2021
H-3, Sr-90, Cs-134 and Cs-137 in seawater

Nuclide: Cs-137

Method (including chemical separation, if applicable):

Cesium chemical separation by ammonium phosphomolybdate (AMP)

Detection system (including type of calibration applied):

Germanium semiconductor detector
Calibration with cesium source

Detection limit (Bq/L):

M-102:0.00042,M-103:0.00040

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

30.07 years 661.64keV 85.10%

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/L				
	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
Activity concentration of Cs-137 (Bq/L)	0.000	0.0375	0.0146	0.000	0.000
Uncertainty (k=1) (Bq/L)	0.000	0.00107	0.00051	0.000	0.000

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)				
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-137	0.0	1.5	2.4	0.0	0.0
Uncertainty component associated with detector efficiency	0.0	0.4	0.4	0.0	0.0
Uncertainty component associated with emission probability	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0
Uncertainty component associated with weighing	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Any other uncertainty component (~~please specify~~) Uncertainty of radioactivity of standrd sourcos	0.0	2.5	2.5	0.0	0.0
Relative combined standard uncertainty (k=1)	0.0	2.9	3.5	0.0	0.0

IAEA ILC November 2021
Cs-134, Cs-137, Pu-238 and Pu-239/240 in sediment

Nuclide: Cs-134

Method:

Fill the sample in a U-8 container and measure with a Ge semiconductor detector.

Detection system (including type of calibration applied):

Germanium semiconductor detector
Calibration with 9 nuclide sources

Detection limit (Bq/kg dry):

0.84

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

2.065年　604.66kev 97.62%

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/kg dry		
	F-P04	T-S3	T-S8
Massic activity of Cs-134 (Bq/kg dry)	0.0	2.19	0.0
Uncertainty (k=1) (Bq/kg dry)	0.0	0.311	0.0

Uncertainty Budget (optional)	**Relative uncertainty (%) (k=1)**		
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-134	0.0	13.9	0.0
Uncertainty component associated with detector efficiency	0.0	0.7	0.0
Uncertainty component associated with emission probability	0.0	0.1	0.0
Uncertainty component associated with weighing	0.0	0.0	0.0
Any other uncertainty component (~~please specify~~) Uncertainty of radioactivity of standrd sourcos	0.0	2.4	0.0
Relative combined standard uncertainty (k=1)	0.0	14.2	0.0

IAEA ILC November 2021
Cs-134, Cs-137, Pu-238 and Pu-239/240 in sediment

Nuclide: Cs-137

Method:

Fill the sample in a U-8 container and measure with a Ge semiconductor detector

Detection system (including type of calibration applied):

Germanium semiconductor detector
Calibration with 9 nuclide sources

Detection limit (Bq/kg dry):

0.81

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

30.07年　661.64kev　85.10%

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/kg dry		
	F-P04	T-S3	T-S8
Massic activity of Cs-137 (Bq/kg dry)	0.0	55.8	0.0
Uncertainty (k=1) (Bq/kg dry)	0.0	1.62	0.0

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)		
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-137	0.0	1.4	0.0
Uncertainty component associated with detector efficiency	0.0	0.7	0.0
Uncertainty component associated with emission probability	0.0	0.2	0.0
Uncertainty component associated with weighing	0.0	0.0	0.0
Any other uncertainty component (~~please specify.~~) Uncertainty of radioactivity of standrd sourcos	0.0	2.4	0.0
Relative combined standard uncertainty (k=1)	0.0	2.9	0.0

分析機関 ： 株式会社 KANSO テクノス

IAEA ILC November 2021
H-3, Sr-90, Cs-134 and Cs-137 in seawater

Nuclide: Sr-90

Method (including chemical separation):

Sr was concentrated using ion exchange resin(Dowex 50W-8X) from 40L of aqueous sample. Carbonate and barium chromate treatment was performed to separate and purify Sr. Solution with separated and purified Sr sat more than 2 weeks until Sr-Y became radioactively in equilibrium. After being in radioactive equilibrium, Y was separated using Fe co-precipitation method, and Y-90 radioactivity was measured from a Y-90 collected filter using 2π gas-flow counter for 100 minutes. Sr-90 concentration was determined from Y-90 radioactivity recovery rate, decay correction, and other necessary calculations.

Detection system (including type of calibration applied):

Multi-Detector Low Background Alpha/Beta Counting System:LB4200 (Mirion Technologies.)
Number of points in the efficiency :1 points（Average value of 6 samples）

Detection limit (Bq/L):

0.00044 ～ 0.00048

Nuclear data used (e.g., half-life):

Radioisotope Pocket Data Book 10th Edition（half-life:28.74 y ）

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/L				
	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
Activity concentration of Sr-90 (Bq/L)	0.0033	0.0018	0.00084	0.0012	0.00082
Uncertainty (k=1) (Bq/L)	0.0003	0.0002	0.00018	0.0002	0.00018

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)				
Uncertainty component associated with net count rate of Sr-90 (or Y-90 if applicable)	7.2	11	21	15	20
Uncertainty component associated with detector efficiency	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
Uncertainty component associated with chemical yield determination	3.5	3.5	3.5	3.6	7.1
Uncertainty component associated with weighing	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
Any other uncertainty component (please specify)	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Relative combined standard uncertainty (k=1)	8.5	12	21	16	22

IAEA ILC November 2021
H-3, Sr-90, Cs-134 and Cs-137 in seawater

Nuclide: Cs-134

Method (including chemical separation, if applicable):

Added nitrate to 20L of aqueous sample and adjust pH to about 1.6. Added 0.39 g of CsCl and mixed well; then added 6 g of AMP and mixed well again. Solution was settled overnight and collected AMP/Cs by filtering. Dried AMP/Cs at room temperature and calculated recovery rate by weighing. Insert AMP/Cs to teflon tube container, then measured Cs-134 and Cs-137 using well-type germanium semi-conductor detector for 100000 seconds.

Detection system (including type of calibration applied):

Germanium semiconductor detector:GWL-90-15(ORTEC),Software:Gamma Station(SEIKO EG&G CO., LTD.)
Number of points in the efficiency curve:3 points,Type of calibration:quadratic curve

Detection limit (Bq/L):

0.00068

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

Table of Isotopes 7th Edition (half-life:2.062y,emission probabilities:97.56%,γ-ray energy:604.66keV)

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/L				
	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
Activity concentration of Cs-134 (Bq/L)				ND	ND
Uncertainty (k=1) (Bq/L)				-	-

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)				
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-134				-	-
Uncertainty component associated with detector efficiency				-	-
Uncertainty component associated with emission probability				-	-
Uncertainty component associated with weighing				-	-
Any other uncertainty component (please specify)				-	-
Relative combined standard uncertainty (k=1)				-	-

IAEA ILC November 2021
H-3, Sr-90, Cs-134 and Cs-137 in seawater

Nuclide: Cs-137

Method (including chemical separation, if applicable):

Added nitrate to 20L of aqueous sample and adjust pH to about 1.6. Added 0.39 g of CsCl and mixed well; then added 6 g of AMP and mixed well again. Solution was settled overnight and collected AMP/Cs by filtering. Dried AMP/Cs at room temperature and calculated recovery rate by weighing. Insert AMP/Cs to teflon tube container, then measured Cs-134 and Cs-137 using well-type germanium semi-conductor detector for 100000 seconds.

Detection system (including type of calibration applied):

Germanium semiconductor detector:GWL-90-15(ORTEC),Software:Gamma Station(SEIKO EG&G CO., LTD.)
Number of points in the efficiency curve:3 points,Type of calibration:quadratic curve

Detection limit (Bq/L):

0.00037

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

Table of Isotopes 7th Edition (half-life:30.174y,emission probabilities:85.00%,γ-ray energy:661.64keV)

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/L				
	M-101	M-102	M-103	M-104	T-D1
Activity concentration of Cs-137 (Bq/L)				0.017	0.0044
Uncertainty (k=1) (Bq/L)				0.001	0.0002

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)				
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-137				1.9	4.4
Uncertainty component associated with detector efficiency				1.6	1.6
Uncertainty component associated with emission probability				0.8	0.8
Uncertainty component associated with weighing				2.6	2.6
Any other uncertainty component (please specify)				0.0	0.0
Relative combined standard uncertainty (k=1)				3.7	5.4

分析機関 ： 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

IAEA ILC November 2021
Cs-134, Cs-137, Pu-238 and Pu-239/240 in sediment

Nuclide: Cs-134

Method:

F-P04: First, approx. 120 g of the sediment sample was transferred to a plastic container (47 mmφ).
Then, a direct gamma-counting of the sample was performed.
Gamma line on 604.7 keV was used.

T-S3: 108.89 g of sediment sample was filled in plastic container (47 mmφ).
The massic activity was measured by direct gamma-counting for 80000 seconds.

T-S8: Direct gamma-counting of the sediment sample
Any aditional chemical treatments are not applied in the sediment sample
Measuring container was a container（56mm diameter ×30mm height）
Weight of sample for a measurement was 113.6g
Measuring time was 80000 seconds

Detection system (including type of calibration applied):

F-P04 : An n-type germanium detector (GMX-40195-S, EG&G ORTEC) coupled with a MCA (MCA-7a, SEIKO EG&G Co., Ltd.) and a software (Gamma Station, SEIKO EG&G Co., Ltd.) was used for a measurement and an analysis of gamma-ray spectrum. The detection system was calibrated using a volume multinuclide standard (multinuclide distributed in ~1.1 g/cc alumina matrix in a plastic container of the same one as the sample container). Correction for true coincidence summing (TCS), self-absorption, decay was performed.

T-S3 : High purity germanium semiconductor detector with 100% relative efficiency : GC10021, CANBERRA
The detector was calibrated with the same shape of the volume radioactivity standard with mixed gamma sources.
Corrections were made for self-absroption in the sample matrix and for true coincidence summing.

T-S8 : Detector :Coaxial Ge Detector manufactured by CANBERRA (Model: GX3519) : Resolution(FWHM) at 1.33MeV ; 1.9 keV / Relative Efficiency at 1.33MeV ; 35 %
Detector effeciency calibrated with a multiple gamma ray emitting large volume source, which was manufactured by Eckert & Ziegler Isotope Products. (Source type: EG-ML, Source form : container, Serial number: 2060-14,Component nuclide: Am-241(0.236kBq), Cd-109(3.30kBq), Co-57(0.126kBq), Ce-139(0.164kBq), Hg-203(0.491kBq), Sn-113(0.616kBq), Sr-85(0.784kBq), Cs-137(0.553kBq), Y-88(1.25kBq), Co-60(0.659kBq), Date of calibration; 1 December 2018)
Analysis software : Gamma StationTM Seiko-EG&G (Model:DS-P1001)
MCA: MCA-7TM Seiko-EG&G (Model :M7-000)

Detection limit (Bq/kg dry):

F-P04: 0.88
T-S3: 0.32
T-S8: 0.53

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

F-P04 : Half-life : Half-life: 2.06 years +/- 0.005 years
Emission probabilities: 97.6% +/- 0.32%
Reference : Table of Isotopes Eighth Edition, A Wiley-Interscience Publication, 1996

T-S3 : Half-life: 2.0652_{4} y, Energy: 604.721_{2} keV, γ emission probability: 97.62_{11}%
*Smaller italic numbers following any value represent the uncertainty.
Reference: Evaluated Nuclear Structure Data File, NNDC, Brookhaven National Laboratory, 2004.

T-S8 : Half-life:2.062_{5} y, Energy: 604.66_{2} keV, Emission probability: 97.56_{32}%
*Smaller italic numbers following any value represent the uncertainty.
Reference : C.M. Lederer, V.S. Sheirley et al., Table of Isotopes Seventh Edition, 1978

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/kg dry		
	F-P04	T-S3	T-S8
Massic activity of Cs-134 (Bq/kg dry)	1.6	1.4	1.6
Uncertainty (k=1) (Bq/kg dry)	0.4	0.2	0.4

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)		
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-134	20.7	9.6	12.3
Uncertainty component associated with detector efficiency	6.6	2.8	18.3
Uncertainty component associated with emission probability	0.3	0.1	0.3
Uncertainty component associated with weighing	0.0	0.2	0.0
Any other uncertainty component (please specify) -- Decay correction	0.5	10.0	0.0
Relative combined standard uncertainty (k=1)	21.7	14.1	22.0

IAEA ILC November 2021
Cs-134, Cs-137, Pu-238 and Pu-239/240 in sediment

Nuclide: Cs-137

Method:

F-P04: First, approx. 120 g of the sediment sample was transferred to a plastic container (47 mmφ).
Then, a direct gamma-counting of the sample was performed.
Gamma line on 661.6 keV was used.

T-S3: 108.89 g of sediment sample was filled in plastic container (47 mmφ).
The massic activity was measured by direct gamma-counting for 80000 seconds.

T-S8: Direct gamma-counting of the sediment sample
Any aditional chemical treatments are not applied in the sediment sample
Measuring container was a container（56mm diameter ×30mm height）
Weight of sample for a measurement was 113.6g
Measuring time was 80000 seconds

Detection system (including type of calibration applied):

F-P04: An n-type germanium detector (GMX-40195-S, EG&G ORTEC) coupled with a MCA (MCA-7a, SEIKO EG&G Co., Ltd.) and a software (Gamma Station, SEIKO EG&G Co., Ltd.) was used for a measurement and an analysis of gamma-ray spectrum. The detection system was calibrated using a volume multinuclide standard (multinuclide distributed in ~1.1 g/cc alumina matrix in a plastic container of the same one as the sample container). Correction for self-absorption, decay was performed.

T-S3：High purity germanium semiconductor detector with 100% relative efficiency : GC10021, CANBERRA
The detector was calibrated with the same shape of the volume radioactivity standard with mixed gamma sources.
Corrections were made for self-absroption in the sample matrix and for true coincidence summing.

T-S8: Detector :Coaxial Ge Detector manufactured by CANBERRA (Model: GX3519) : Resolution(FWHM) at 1.33MeV ; 1.9 keV / Relative Efficiency at 1.33MeV ; 35 %
Detector effeciency calibrated with a multiple gamma ray emitting large volume source, which was manufactured by Eckert & Ziegler Isotope Products. (Source type: EG-ML, Source form : container, Serial number: 2060-14,Component nuclide: Am-241(0.236kBq), Cd-109(3.30kBq), Co-57(0.126kBq), Ce-139(0.164kBq), Hg-203(0.491kBq), Sn-113(0.616kBq), Sr-85(0.784kBq), Cs-137(0.553kBq), Y-88(1.25kBq), Co-60(0.659kBq), Date of calibration; 1 December 2018)
Analysis software : Gamma StationTM Seiko-EG&G (Model:DS-P1001)
MCA: MCA-7TM Seiko-EG&G (Model :M7-000)

Detection limit (Bq/kg dry):

F-P04: 0.80
T-S3: 0.36
T-S8: 0.65

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

F-P04: Half-life: Half-life: 30.1 years +/- 0.03 years
Reference: Table of Isotopes Eighth Edition, A Wiley-Interscience Publication, 1996
Emission probabilities: 84.6% +/- 0.5%
Reference: The Gamma Rays of the Radionuclides, Tables for Applied Gamma Ray Spectrometry Verlag Chemie Weinheim New York, 1979

T-S3: Half-life: 30.08_{9} y, Energy: 661.657_{3} keV, γ emission probability: 85.10_{20}%
*Smaller italic numbers following any value represent the uncertainty.
Reference: Evaluated Nuclear Structure Data File, NNDC, Brookhaven National Laboratory, 2007.

T-S8: Half-life:30.174_{34} y, Energy: 661.638_{19} keV, Emission probability: 85.0_{5}%
*Smaller italic numbers following any value represent the uncertainty.
Reference : C.M. Lederer, V.S. Sheirley et al., Table of Isotopes Seventh Edition, 1978

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/kg dry		
	F-P04	T-S3	T-S8
Massic activity of Cs-137 (Bq/kg dry)	40.8	44.2	37.5
Uncertainty (k=1) (Bq/kg dry)	3.5	2.6	6.9

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)		
Uncertainty component associated with net count rate of Cs-137	5.4	1.5	1.2
Uncertainty component associated with detector efficiency	6.6	2.8	18.3
Uncertainty component associated with emission probability	0.6	0.2	0.6
Uncertainty component associated with weighing	0.0	0.2	0.0
Any other uncertainty component (please specify) -- Decay correction(F-P04)	0.2	4.9	0.0
Relative combined standard uncertainty (k=1)	8.5	5.9	18.4

IAEA ILC November 2021
Cs-134, Cs-137, Pu-238 and Pu-239/240 in sediment

Nuclide: Pu-238

Method:

F-P04: Dried sediment sample was first heated to 500℃. Then a ^{242}Pu isotope dilution tracer was added to sample, and the plutonium recovered from the sediment with a 8M HNO_3 leach. This material had the plutonium oxidation stated adjusted with hydrogen peroxide. Plutonium was then separated and purified using Dowex 1×8 (100-200 mesh) anion exchange resin. Plutonium was electrodeposited onto stainless-steel plate and counted by alpha-ray spectrometry.

T-S3,T-S8: 1. A sample was heated to 450 °C.
2. The sample was spiked with a Pu-242 tracer and immersed in the HNO_3 solution on heating for leaching.
3. Plutonium ions were extracted from the filtered leaching solution by an ion-exchange method.
4. These plutonium ions were fixed on a stainless steel plate by electrodeposition.
5. The massic activity of Pu-238 was measured by alpha-counting for 80000 seconds.

Detection system (including type of calibration applied):

F-P04: Silicon semiconductor detector (Alpha Analyst 7200, Canberra) was used for a measurement and analysis of alpha-ray spectrum. The detection system was calibrated using alpha radiation standard sources (a radionuclide deposited onto stainless-steel plate). Energy and efficiency calibration was performed.

T-S3,T-S8: High purity silicon semiconductor detector with 25% relative efficiency : SEIKO EG&G ALPHA-ENSEMBLE-8
The detector was calibrated with the same shape of the radioactivity standard with mixed alpha sources.

Detection limit (Bq/kg dry):

F-P04: 0.018
T-S3: 0.0051
T-S8: 0.0071

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

F-P04:Nuclear data was not used for decay compensation.
T-S3,T-S8 : Half-life: 87.7_{1} years
Energy: 5499.03_{20} keV
Reference: Evaluated Nuclear Structure Data File, NNDC, Brookhaven National Laboratory, 2006.

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/kg dry		
	F-P04	T-S3	T-S8
Massic activity of Pu-238 (Bq/kg dry)	0.0	0.0	0.0
Uncertainty (k=1) (Bq/kg dry)	0.0	0.0	0.0

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)		
Uncertainty component associated with net count rate of Pu-238	0.0	0.0	0.0
Uncertainty component associated with activity of yield tracer (if used)	0.0	0.0	0.0
Uncertainty component associated with net count rate of yield tracer (if used)	0.0	0.0	0.0
Uncertainty component associated with weighing	0.0	0.0	0.0
Any other uncertainty component (please specify)	0.0	0.0	0.0
Relative combined standard uncertainty (k=1)	0.0	0.0	0.0

*Since the massic activity of Pu-238 is below the detection limit, the relative uncertainty is not evaluated.

IAEA ILC November 2021
Cs-134, Cs-137, Pu-238 and Pu-239/240 in sediment

Nuclide: Pu-239/240

Method:

F-P04: Dried sediment sample was first heated to 500°C. Then a ^{242}Pu isotope dilution tracer was added to sample, and the plutonium recovered from the sediment with a 8M HNO_3 leach. This material had the plutonium oxidation stated adjusted with hydrogen peroxide. Plutonium was then separated and purified using Dowex 1×8 (100-200 mesh) anion exchange resin. Plutonium was electrodeposited onto stainless-steel plate and counted by alpha-ray spectrometry.

T-S3,T-S8: 1. A sample was heated to 450 °C.
2. The sample was spiked with tracers and immersed in the HNO_3 solution on heating for leaching.
3. Plutonium ions were extracted from the filtered leaching solution by an ion-exchange method.
4. These plutonium ions were fixed on a stainless steel plate by electrodeposition.
5. The massic activity of Pu-239/240 was measured by alpha-counting for 80000 seconds.

Detection system (including type of calibration applied):

F-P04: Silicon semiconductor detector (Alpha Analyst 7200, Canberra) was used for a measurement and analysis of alpha-ray spectrum. The detection system was calibrated using alpha radiation standard sources (a radionuclide deposited onto stainless-steel plate). Energy and efficiency calibration was performed.

T-S3,T-S8: High purity silicon semiconductor detector with 25% relative efficiency : SEIKO EG&G ALPHA-ENSEMBLE-8
The detector was calibrated with the same shape of the radioactivity standard with mixed alpha sources.

Detection limit (Bq/kg dry):

F-P04: 0.017
T-S3: 0.0060
T-S8: 0.0084

Nuclear data used (e.g., half-life and emission probabilities):

F-P04: Nuclear data was not used for decay compensation.

T-S3,T-S8:
Pu-239: Half-life: 24110_{30} years
Energy: 5156.59_{14} keV
Reference: Evaluated Nuclear Structure Data File, NNDC, Brookhaven National Laboratory, 2014.

RESULTS

At reference time 09 November 2021 12:00 UTC

	Bq/kg dry		
	F-P04	T-S3	T-S8
Massic activity of Pu-239/240 (Bq/kg dry)	0.37	0.43	0.53
Uncertainty (k=1) (Bq/kg dry)	0.04	0.03	0.05

Uncertainty Budget (optional)	Relative uncertainty (%) (k=1)		
Uncertainty component associated with net count rate of Pu-239/240	7.1	6.3	7.4
Uncertainty component associated with activity of yield tracer (if used)	2.1	0.6	0.6
Uncertainty component associated with net count rate of yield tracer (if used)	7.2	3.3	3.7
Uncertainty component associated with weighing	0.0	0.4	0.4
Any other uncertainty component (please specify) -- Uncertainty component associated with detector efficiency -- Decay data	0.0	2.9	2.9
Relative combined standard uncertainty (k=1)	10.3	7.7	8.8