

漁場を見守る

海洋環境における放射能調査及び総合評価事業
海洋放射能調査(令和4年度)



大型バンドーン採水器による海水採取作業の一例：
目的の深さで円筒の両端に上下に栓をすることによって大量の海水を採取できる



公益財団法人
海洋生物環境研究所

はじめに

このパンフレットは、原子力施設周辺海域における主要漁場の安全確認に資することを目的とした海洋放射能調査について、昭和58年度の調査開始から令和4年度までに採取・収集した海水、海底土及び海産生物の放射能分析結果を整理し、まとめたものです。

我が国の沿岸海域が水産資源の供給の場として、これまで以上に大切な役割を担うようになる一方、沿岸には原子力発電所が建設されるようになってきたことから、漁業界は原子力発電所周辺の主要漁場における海洋環境放射能調査を充実するよう、国に要請しました。国はこの要請を受け、海洋放射能調査事業を開始し、その後、調査対象海域や調査項目などを追加して事業の拡充を図りつつ今日に至っています。

令和4年度、公益財団法人海洋生物環境研究所は国(原子力規制委員会原子力規制庁)からの委託を受け、皆様のご理解とご協力のもとでこの調査を実施するとともに、その調査結果の概要を取りまとめたこのパンフレットを作成しました。

目 次

はじめに	1
目次	2
事業の仕組み	3
海洋放射能調査	
調査海域	4
調査試料	5
分析する放射性核種	7
海水試料の放射性セシウム分析について	8
分析方法	9
令和4年度の調査結果の概要	12
放射能濃度の経年変化	13
原子力発電所等周辺海域(全海域)	14
北海道海域	15
青森海域	16
宮城海域	17
福島海域(第一、第二)	18
茨城海域	19
静岡海域	20
新潟海域	21
石川海域	22
福井海域(第一、第二)	23
島根海域	24
愛媛海域	25
佐賀海域	26
鹿児島海域	27
核燃料(原子燃料)サイクル施設沖合海域	28
参考資料	32

事業の仕組み

公益財団法人海洋生物環境研究所は、原子力規制委員会原子力規制庁からの委託を受けて、全国に所在する原子力発電所等の周辺海域及び核燃料(原子燃料)サイクル施設の沖合海域を対象とした海洋放射能調査及び海洋放射能調査を補完・支援するための解析調査を行い、それらを総合的に取りまとめ、海洋環境放射能総合評価のための基礎資料として原子力規制委員会原子力規制庁に報告し、併せて調査海域の関係機関への結果の報告・説明を行っています。

公表

原子力規制委員会
(原子力規制庁)

委託

報告

公益財団法人海洋生物環境研究所

海洋放射能調査

- ・ 原子力発電所等周辺海域
- ・ 核燃料(原子燃料)サイクル施設沖合海域
- ・ 解析調査

調査結果の取りまとめとその評価

関係団体への調査結果報告と説明

本事業で得られた関連試料の保管・管理

(参考)：平成24年度まで文部科学省の所管で行われていた本事業は、平成24年9月に原子力規制委員会が発足したことを受けて、平成25年度より原子力規制委員会原子力規制庁の所管事業として引き続き実施されています。令和4年度においては、「令和4年度原子力施設等防災対策等委託費(海洋環境における放射能調査及び総合評価)事業」として実施されました。なお、令和3年度まで本事業で実施していた「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周辺の海域モニタリング」は、令和4年度より新たな事業(原子力施設等防災対策等委託費及び放射性物質測定調査委託費(総合モニタリング計画に基づく放射能調査)事業)の一環として実施されることとなりました。令和4年度は公益財団法人海洋生物環境研究所が国(原子力規制委員会原子力規制庁)からの委託を受け、引き続き同海域においても継続した調査を実施しています。

海洋放射能調査 調査海域

全国に所在する原子力発電所等周辺海域（計15海域、各4測点）及び青森県上北郡六ヶ所村にある核燃料（原子燃料）サイクル施設沖合海域(22測点)の主要漁場を対象としています。

（凡例）

● 原子力発電所等周辺海域

● 原子力発電所
（特定原子力施設を含む）

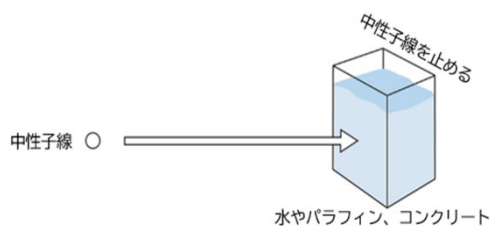
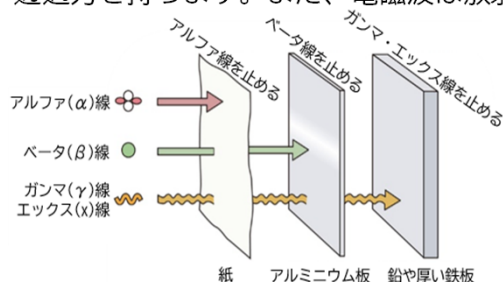
● 核燃料（原子燃料）サイクル施設



放射線の種類は？ 放射線は物を通り抜ける？

放射線は、アルファ線、ベータ線、中性子線といった粒子線に加え、ガンマ線やエックス線といった電磁波に大別されます。

荷電粒子であるアルファ線やベータ線は物質との相互作用により吸収されやすく、電荷を持たない中性子線は強い透過力を持ちます。また、電磁波は放射線が有するエネルギーの強さによって透過力に差があります。



一般財団法人日本原子力文化財団；エネ百科「原子力・エネルギー図面集」参照

調査試料

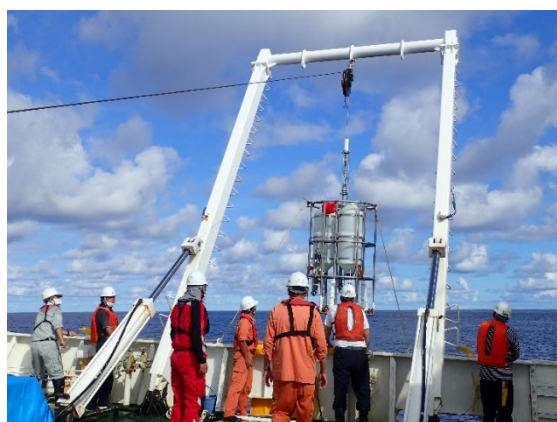
原子力発電所等周辺海域（計15海域、各4測点）及び核燃料（原子燃料）サイクル施設沖合海域（22測点）の主要漁場において、海水試料及び海底土試料の採取を行うとともに、併せて海産生物試料を収集し、それらの試料に含まれる人工放射性核種の放射能分析を行っています。

海水試料

次の観点に基づき、各海域に設けた調査測点において採取しています。

・当該施設沖合における主要漁場であること

各調査測点にて表層水及び下層水を1試料当たり100リットル・年1回（核燃料（原子燃料）サイクル施設沖合海域は、300リットル・年2回）採取しています。



大型バンドーン採水器による採水作業



海水試料の採取作業
（20リットル容器に分取している様子）

海底土試料

次の観点に基づき、各海域に設けた調査測点において採取しています。

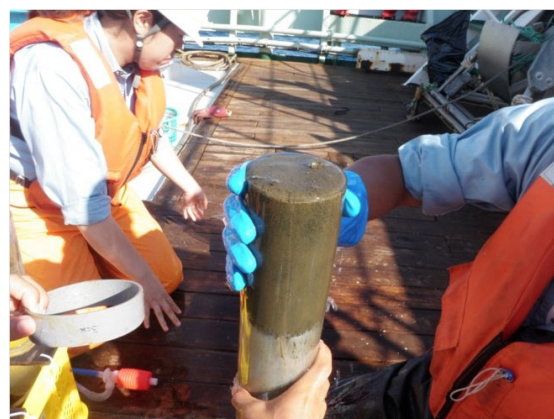
・当該施設沖合における主要漁場であること

・海底ができるだけ砂泥質または泥質の場所であること

海水試料と同じ調査測点にて1試料当たり湿重量で約2キログラム・年1回採取しています。



採泥器による採泥作業
（写真は主に柱状海底土を採取するためのマルチプルコアラー）



海底土試料の採取作業
（コア試料として採取した表層3cmの海底土をスライスして分取している様子）
（令和元年度の作業例）



海産生物試料

次の事項に留意して魚種を選択し、調査の対象とする海域（漁場）に出漁している漁業協同組合等の協力を得て収集しています。

- ・対象とする漁場における漁獲量が多い魚種であること
- ・対象とする漁場における生活期間が長い魚種であること

海産生物試料は、各海域にて、1魚種当たり生鮮重量で20キログラム（核燃料（原子燃料）サイクル施設沖合海域は30キログラム）を1試料とし、年2回収集しています。



収集した海産生物試料（一例）



放射線・放射能の単位は？

世の中には多くの単位があります。単位とは、あるものの量を数値で表す際に基準となる規定の量のことです。身近な単位として、長さを計る際に用いられるメートル(m)、重さを計る際に用いられるグラム(g) などがあります。

色々なものに単位があるように、放射能・放射線にも単位があります。放射能を表す単位をベクレル(Bq)、放射線による影響を表す単位をシーベルト(Sv)と表します。

1ベクレル(Bq)は原子核が1秒間に1個壊変する際の放射能と定義されます。ベクレルの数値が大きいほど、そこからたくさんの放射線が出ていることを意味します。

また、シーベルト(Sv)は人が受ける被ばく線量の単位で、人体に対して用いられるものです。数値が大きいほど、人体が受ける放射線の影響は大きくなります。



分析する放射性核種

本事業では半減期が10年以上の比較的長い放射性核種を分析対象としています。主な分析対象を下の表に示します。また、海水試料、海底土試料及び海産生物試料の放射性核種の放射能分析は、専門の分析機関において、国が定めた方法（注）により行っています。



海水試料採取作業
（バンドーン式大型採水器から海水を分取している様子）

（注）原子力規制委員会が取りまとめている放射能測定法シリーズ（全35集）のことで、原子力規制委員会が発足するまでは文部科学省が取りまとめていたもの。

放射性核種		原子力発電所等周辺海域			核燃料（原子燃料）サイクル施設 沖合海域		
		海水試料	海底土試料	海産生物試料	海水試料	海底土試料	海産生物試料
トリチウム		3H	—	—	—	○	—
ストロンチウム-90		90Sr	○	—	—	○	○
放射性セシウム	セシウム-134	134Cs	○	○	○	○	○
	セシウム-137	137Cs	○	○	○	○	○
プルトニウム-239+240 ※		239+240Pu	—	—	—	○	○

表中の放射性核種のほか、マンガン-54、コバルト-60、ルテニウム-106、アンチモン-125、セリウム-144などの人工放射性核種やベリリウム-7、カリウム-40などの自然放射性核種についても測定を行っています。

※（プルトニウム-239とプルトニウム-240は、放出するアルファ線のエネルギーがほぼ等しく、弁別して放射線計測が困難なので、その和「プルトニウム-239+240」として表すことが一般的です。）



分析する主な放射性核種の由来は？

元素を原子核レベルの「核種」として区別し、壊変する性質を有するものを「放射性核種」と呼びます。

- ・ トリチウム（半減期 約12年）
宇宙線と大気構成元素との核反応により自然界で生成するほか、ウラン等の核分裂や原子炉冷却水に添加されるホウ素と中性子との核反応によって生成する放射性核種です。
- ・ ストロンチウム-90（半減期 約29年）
ウランやプルトニウムなどが核分裂することによって生成する放射性核種です。
- ・ セシウム-134（半減期 約2年）
安定同位体のセシウム-133が中性子を捕獲することによって生成する放射性核種です。
- ・ セシウム-137（半減期 約30年）
ウランやプルトニウムなどが核分裂することによって生成する放射性核種です。
- ・ プルトニウム-239（半減期 約2.4万年）、プルトニウム-240（半減期 約6,600年）
ウランの核分裂に伴う熱中性子をウランが吸収することによって生成する放射性核種です。

海水試料の放射性セシウム分析について

セシウム-134とセシウム-137の量はベータ線またはガンマ線で計測できます（セシウム-137は正確にはその壊変で生じる短寿命のバリウム-137mからのガンマ線で計測）。

しかし、ベータ線計測では、両者が同時に存在する場合、それらを区別して定量することができません。本事業開始時点では、環境中にセシウム-134の存在は確認されずベータ線計測による分析値は事実上セシウム-137とみなせるため、より低い放射能濃度まで対応できるベータ線計測を海水試料に適用することで分析を行ってきました。

しかし、昭和61（1986）年4月のチョルノービリ（チェルノブイリ）原子力発電所事故直後に環境中でセシウム-134が確認され、セシウム-134の存在を確かめながら分析する必要が生じました。この事故後の海水試料分析では、各海域に設けた4つの測点のうち測点1の表層水試料についてのみセシウム-134とセシウム-137を区別して分析できるガンマ線計測（注）を行い、残りの測点の試料はベータ線計測でそれぞれ分析してきました。

東京電力（現 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（以下、「東電福島第一原発」という。）事故後に分析した測点1の試料にセシウム-134が検出された海域があり、平成23年度のベータ線計測によるセシウム-137の分析値にはセシウム-134が含まれている可能性のあることが判明したため、この分析値については14ページ以降のグラフでは便宜上「セシウム-134+137」としています。なお、平成24年度以降は測点1～4の全海水試料をガンマ線計測で分析していますので、結果は全てセシウム-137の値を示しています。

（注）セシウム-137が壊変してできる短寿命のバリウム-137m（半減期2.5分）はガンマ線を発し、それはあたかもセシウム-137から生じたものとみなすことができます（これを放射平衡と呼んでいます）。海水試料の放射性セシウム分析については9ページを参照のこと。

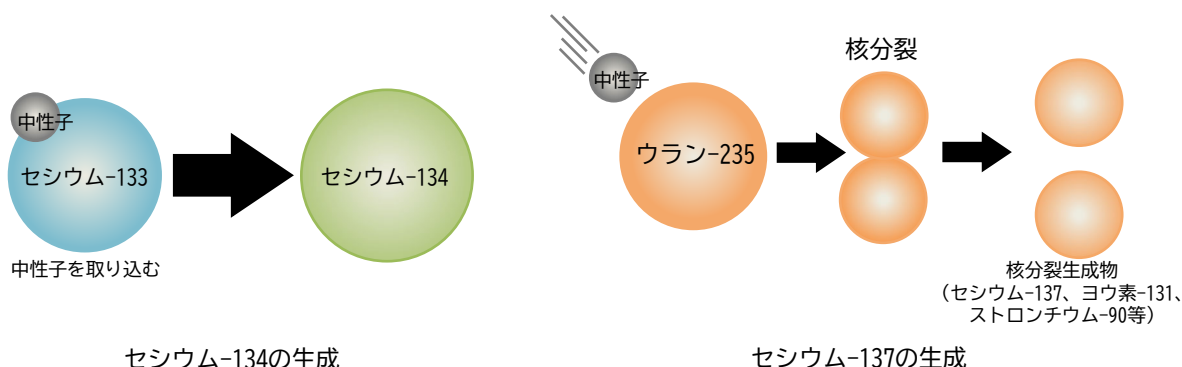


セシウム-134とセシウム-137の違いは？

セシウム-137はウランやプルトニウムが核分裂をした際に生じる放射性物質で、核爆発実験及び原子炉内の双方で生成されます。一方、セシウム-134はウラン等の核分裂で直接にはほぼ生成されません。

過去に行われた大気中での核爆発実験でも、セシウム-134はほとんど生成しなかったと考えられています。

セシウム-134は、原子炉内で生まれた核分裂生成物（セシウム-133（安定核種））が、炉内に留まる間に中性子を取り込んで生成されます。環境中にセシウム-134が存在すれば、原子炉又は使用済み核燃料から放出されたものとみなされます。



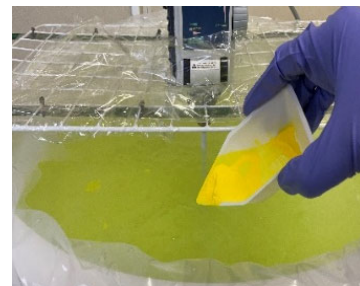
分析方法

海水試料に含まれるセシウム分析の手順(一例)

粉末の薬品（リンモリブデン酸アンモニウム：AMP）が特異的にセシウムを吸着する性質を利用することで、海水試料に含まれるごくわずかなセシウム（ここではセシウム-134と-137）を効率よく集めることができ、海水試料のセシウム-134と-137の測定に応用することができます。

1 吸着・分離

海水試料にAMPの粉末（写真：黄色の粉末）を加えて1～2時間程度攪拌し、セシウムを吸着させます。



2 ろ過

一晩静置し、セシウムを吸着させたAMPを吸引ろ過し、回収します。



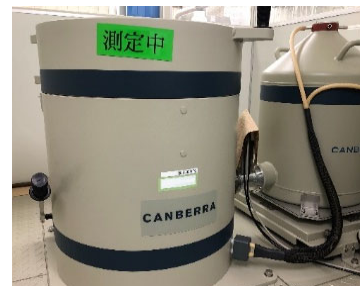
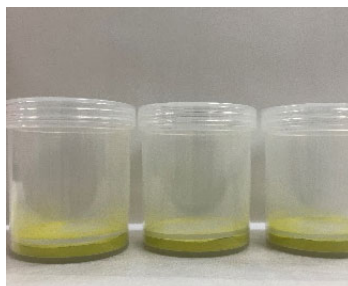
3 乾燥

40℃程度で乾燥し、再び粉末化させたAMPを専用の容器（プラスチック製）に詰めます。



4 測定

高純度ゲルマニウム半導体検出器でガンマ線を測定することにより、セシウム-134と-137を定量します。（約1日測定します。）



海水試料に含まれるストロンチウム分析の手順(一例)

ストロンチウム-90は、ベータ線のみが放出されます。ベータ線は固有のエネルギーを持っていないため、カリウム-40のように同じベータ線を放出する放射性核種と区別ができないことから、ストロンチウムだけを分離精製する必要があります。なお、ストロンチウムだけになった後に、ストロンチウム-90が壊変して生成されるイットリウム-90のベータ線を測定し、その結果からストロンチウム-90の放射能を算出します。

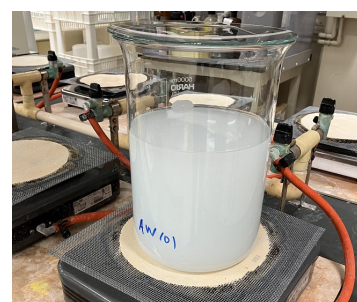
1 予備濃縮

海水試料を大型のイオン交換カラムに通し、ストロンチウムなどを吸着させます。試薬を通し、ストロンチウムを溶出します。



2 沈殿生成

溶液をアルカリ性とし、炭酸ナトリウムを加えて炭酸塩沈殿を生成し、加熱して熟成します。上澄み液を捨て、沈殿物に塩酸を加えて溶解します。



3 イオン交換・スカベンジング

溶液をイオン交換樹脂に通してストロンチウムなどを吸着させます。試薬を通し、ストロンチウムを溶出します。さらに、水酸化鉄沈殿を生成し、イットリウムを除去します（スカベンジング操作）。



4 ミルキング・測定

2週間以上放置しストロンチウム-90から生成させたイットリウム-90を、再度生成させた水酸化鉄沈殿として回収します（ミルキング操作）。沈殿物を乾燥させた後にイットリウム-90のベータ線を測定し、その結果からストロンチウム-90の放射能を算出します。



海産生物試料に含まれるセシウム分析の手順(一例)

前処理を行う際に半解凍した状態で他の種の混入の有無の確認と、魚種の同定を行います。また、できるだけ低い放射能濃度まで定量するために、試料を灰化させ、圧縮した後に放射能分析を行います。

1 全長と体重測定

個体毎に表面の水分をふき取った後、各個体について全長及び体重を測定し、魚種毎に平均全長及び平均体重を算出します。



2 取り分け作業

肉部や内臓等に分割するなど、目的とする部位について適切に分け取り、部位毎に重量を計測します。



3 前処理

肉部を105℃で乾燥後、450℃で24時間の条件下で灰化した試料を目開き0.35mmのステンレス製ふるいに通し、混入した小骨等を取り除いたものを均一になるようによく混合して専用の容器(プラスチック製)に詰めます。



4 測定

高純度ゲルマニウム半導体検出器でガンマ線を測定することにより、セシウム-134や-137などを定量します。(約1日測定します。)



令和4年度の調査結果の概要

セシウム-137は、大気圏核爆発実験や東電福島第一原発事故などに由来する主要な放射性核種のひとつです。本海洋放射能調査では、原子力発電所等の沖合海域（漁場）において、海水、海底土及び海産生物を調査の対象試料として採取し、その中に含まれるセシウム-137の放射能濃度について、昭和58（1983）年度より継続して調査を実施しています。

調査対象の各海域で採取した試料に含まれるセシウム-137の放射能濃度は、東電福島第一原発事故の直後（平成23年）には最大値となりましたが、その後、直近の調査年度である令和4年度まで、継続して低下する傾向にあります。

令和4年度に実施した調査について、試料毎の調査結果を次のとおりまとめました。

※次の説明文内では、全海域において事故前の5年間（平成18～22年度）に実施した測定値の最小から最大濃度までの範囲を『分布範囲』として、令和4年度の調査結果の値と比較します。



海水試料

調査対象16海域中14海域の試料（表層水）は、分布範囲内もしくはそれ以下でした。

それ以外の2海域（福島第一及び福島第二海域）では分布範囲を上回った試料もあり、最大値は3.0ミリベクレル/リットルでした。



海底土試料

調査対象16海域中13海域の試料は、分布範囲内もしくはそれ以下でした。

それ以外の3海域（福島第一、福島第二及び茨城海域）では分布範囲を上回った試料もあり、最大値は39ベクレル/キログラム（乾燥土）でした。



海産生物試料

魚類（全98試料）は、調査対象16海域中12海域で分布範囲内もしくはそれ以下でしたが、3海域（福島第二、茨城及び核燃海域）では一部分布範囲を上回りました。上回った試料は、福島第二海域が4試料中3試料、茨城海域が3試料中1試料、核燃海域が24試料のうち1試料でした。そのうち最大値は0.78ベクレル/キログラム（生鮮物）（セシウム-134はND）であり、国の定める一般食品の基準値（ミニ解説参照）の約1/128でした。

イカ・タコ類は、9海域から得た全19試料中2試料で分布範囲を超え、その最大値は0.065ベクレル/キログラム（生鮮物）（セシウム-134はND）でした。エビ類は2海域3試料の全てで分布範囲内であり、その最大値は0.044ベクレル/キログラム（生鮮物）（セシウム-134はND）でした。



検出下限値とは？

環境試料に含まれる放射性核種の放射能分析・測定を行う場合、放射能濃度がある濃度レベル以上ないと検出することができません。この限界の濃度を『検出下限値』と呼んでいます（NDと表記されることが多い）。なお、本冊子ではNDを「Not Detected；検出されず」の意味で表示しています。

放射能濃度の経年変化

これまでのところ、原子力発電所等周辺海域では海水試料（表層水）からセシウム-137とストロンチウム-90、海底土試料と海産生物試料からセシウム-137が継続して検出されてきました（14～27ページ）。

核燃料（原子燃料）サイクル施設沖合海域ではセシウム-137に加え、海水試料（表層水）からトリチウムとプルトニウム-239+240、海底土試料と海産生物試料からストロンチウム-90とプルトニウム-239+240が継続して検出されてきました（29～31ページ）。

調査開始から平成22年度までの期間、ストロンチウム-90、セシウム-137及びプルトニウム-239+240は、海水試料、海底土試料及び海産生物試料それぞれで緩やかな減少傾向を示してきましたが、平成23年の東電福島第一原発事故以後は、事故の影響でストロンチウム-90及びセシウム-137の数値が大きく変化している海域がいくつかみられました。

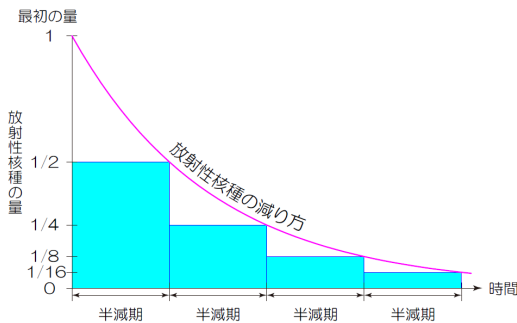
事故後12年経過した令和4年度では、これらの放射能濃度は事故前の分布範囲に戻りつつあります。なお、昭和61年度の海水試料（表層水）と海産生物試料の一部で、昭和60年度に比べて一時的に高い値を示したものがありませんでしたが、これはチェルノブイリ原子力発電所事故の影響と考えられます。



半減期とは？

初めの放射性核種の量が半分になるまでの時間を『半減期』といいます。半減期の時間が経過するたびに放射能は半分になるため、半減期の2倍の時間が経過すれば、最初の放射能の4分の1に減少することになります。

半減期は、放射性核種ごとに異なります。



放射性核種	半減期
ウラン-238	44.7億年
カリウム-40	12.5億年
プルトニウム-239	2.4万年
炭素-14	5700年
セシウム-137	30.1年
ストロンチウム-90	28.8年
トリチウム	12.3年
セシウム-134	2.1年
ヨウ素-131	8.0日
ラドン-222	3.8日

出典：(公社)日本アイソトープ協会編集発行「アイソトープ手帳12版」



食品基準値とは？

我が国における食品中の放射性セシウムの基準値（右表）は、年間の被ばく線量が1ミリシーベルト以内になるよう設定されています。これは、食事の際に摂取する放射性セシウムとそれ以外の放射性核種（例えばストロンチウム-90、プルトニウム）からの影響も考慮し、乳幼児や妊婦も含めたどの年齢の人にも配慮した基準となっています。

食品中の放射性物質の基準値

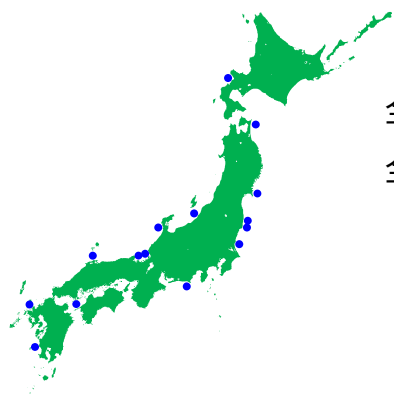
（単位：ベクレル/キログラム）

核種等	食品群	基準値
放射性セシウム	乳児用食品	50
	牛乳	50
	飲料水	10
	一般食品	100

出典：厚生労働省「食べものと放射性物質のはなし」

原子力発電所等周辺海域（全海域）

昭和58年度～令和4年度



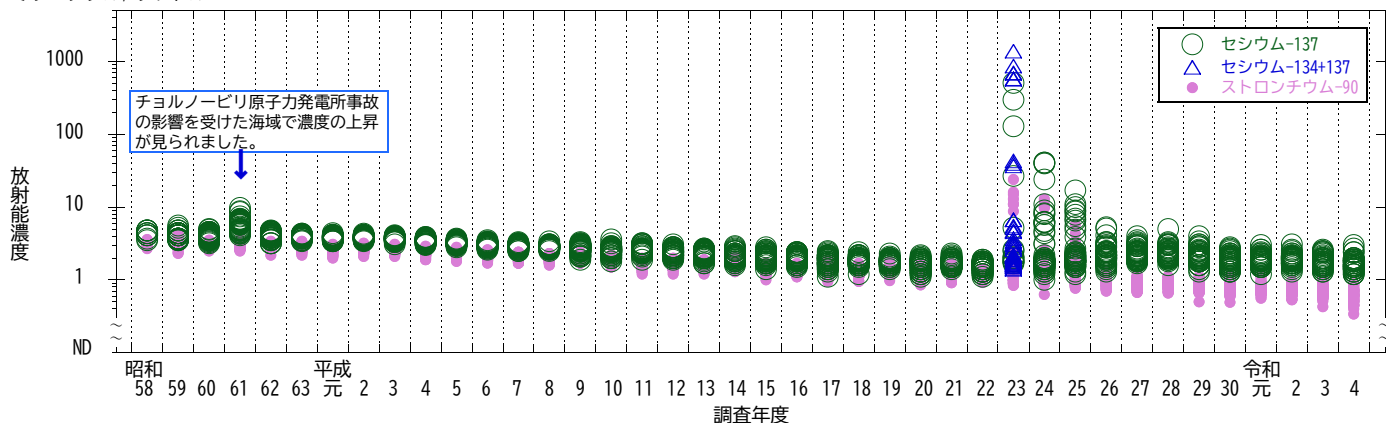
全国の原子力発電所等周辺海域における放射能分析の結果を全て含め、全海域としています。

原子力発電所等周辺海域

北海道海域、青森海域、宮城海域、福島第一海域、福島第二海域、茨城海域、静岡海域、新潟海域、石川海域、福井第一海域、福井第二海域、島根海域、愛媛海域、佐賀海域、鹿児島海域

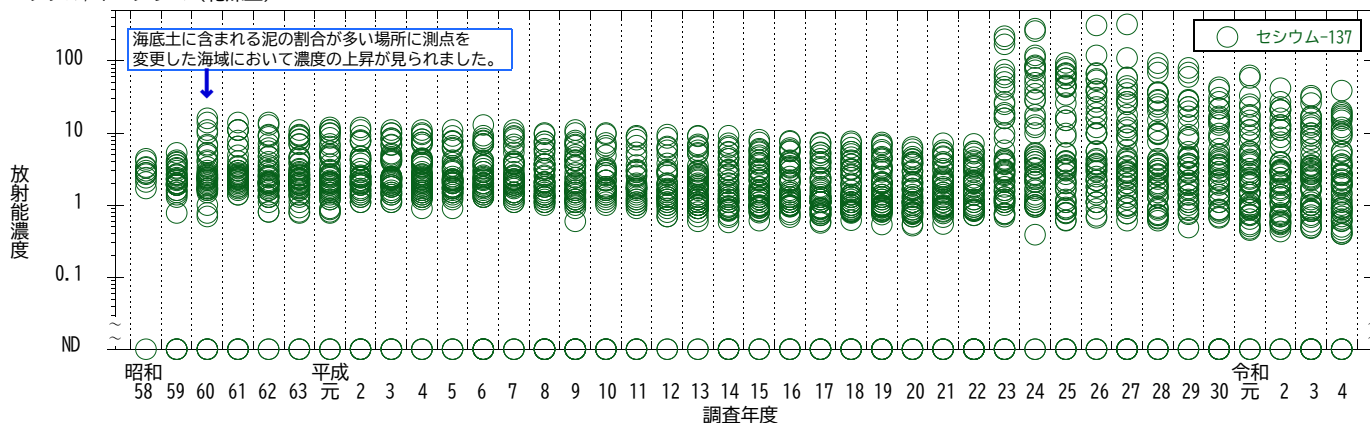
海水（表層水）

ミリベクレル/リットル



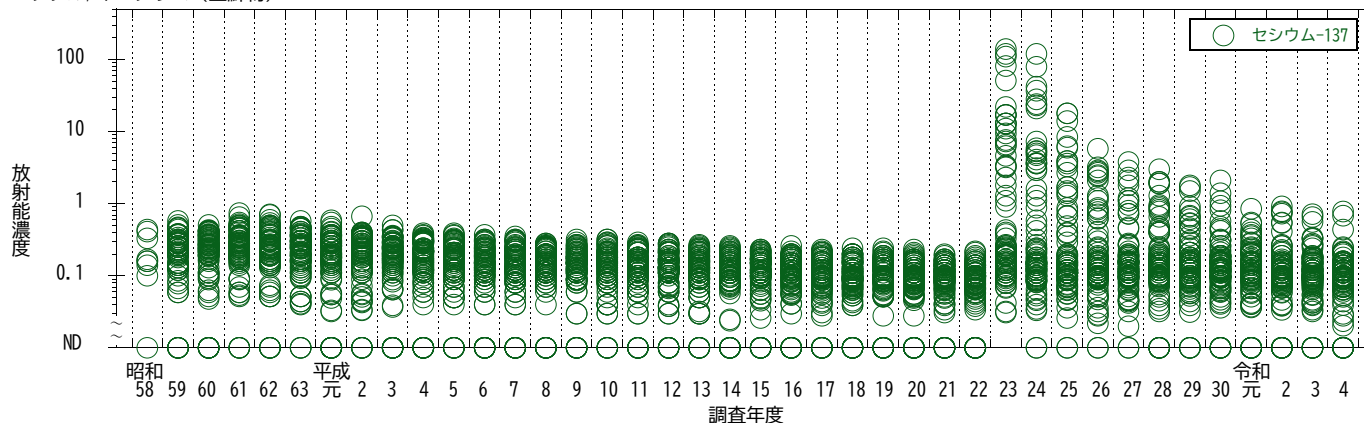
海底土

ベクレル/キログラム（乾燥土）



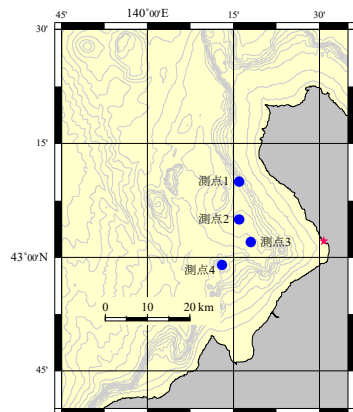
海産生物

ベクレル/キログラム（生鮮物）



北海道海域（原子力発電所等周辺海域）

昭和63年度～令和4年度



【海水試料・海底土試料 採取測点】

測点1：北緯43度10分 東経140度16分、測点2：北緯43度05分 東経140度16分
測点3：北緯43度02分 東経140度18分、測点4：北緯42度59分 東経140度13分

【海産生物試料 収集試料】

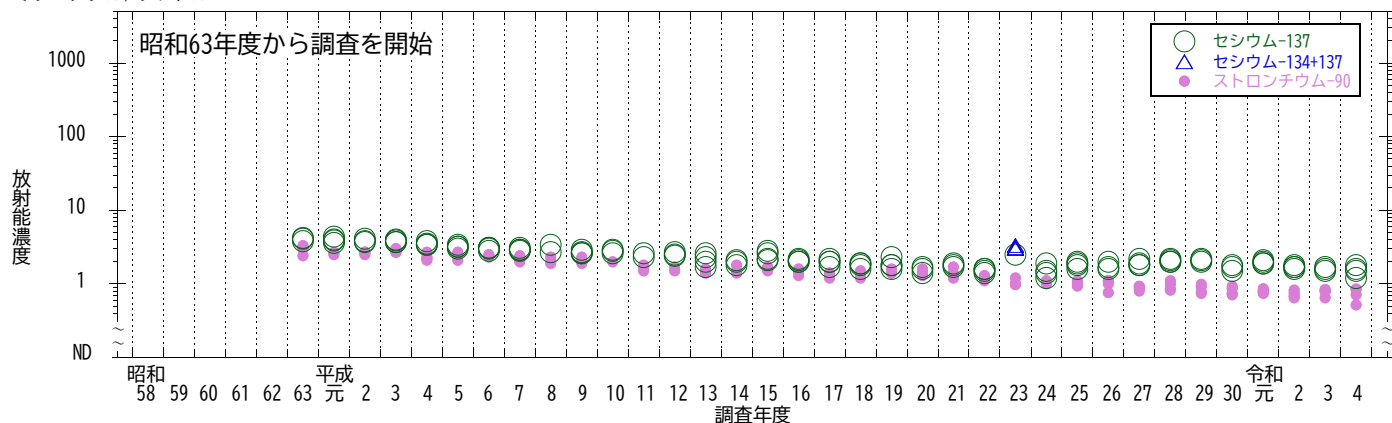
令和4年度

第1回 ホッケ、ソウハチ、ミズダコ

第2回 ホッケ、ヒラメ、マサバ

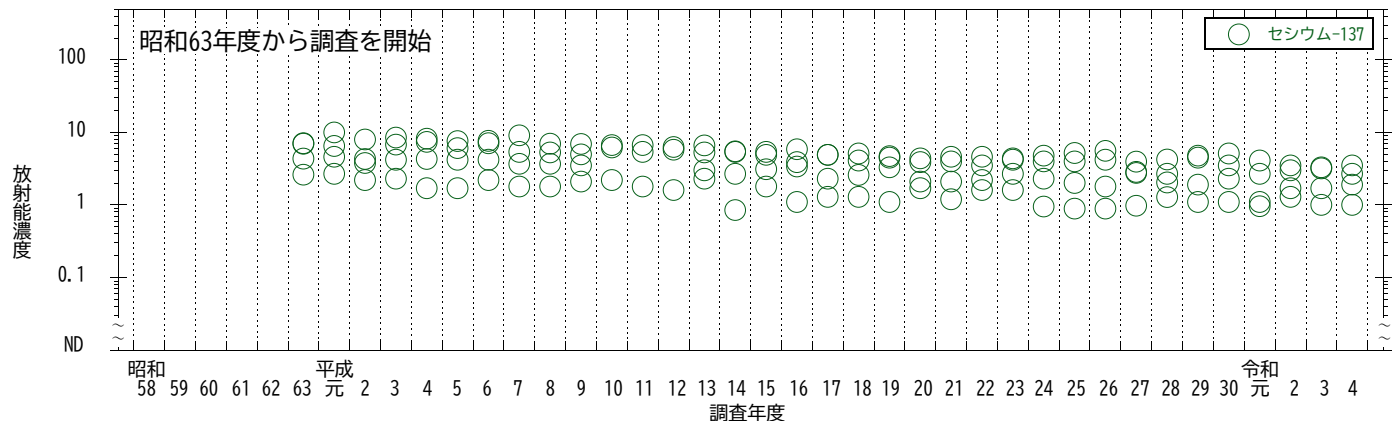
海水（表層水）

ミリベクレル/リットル



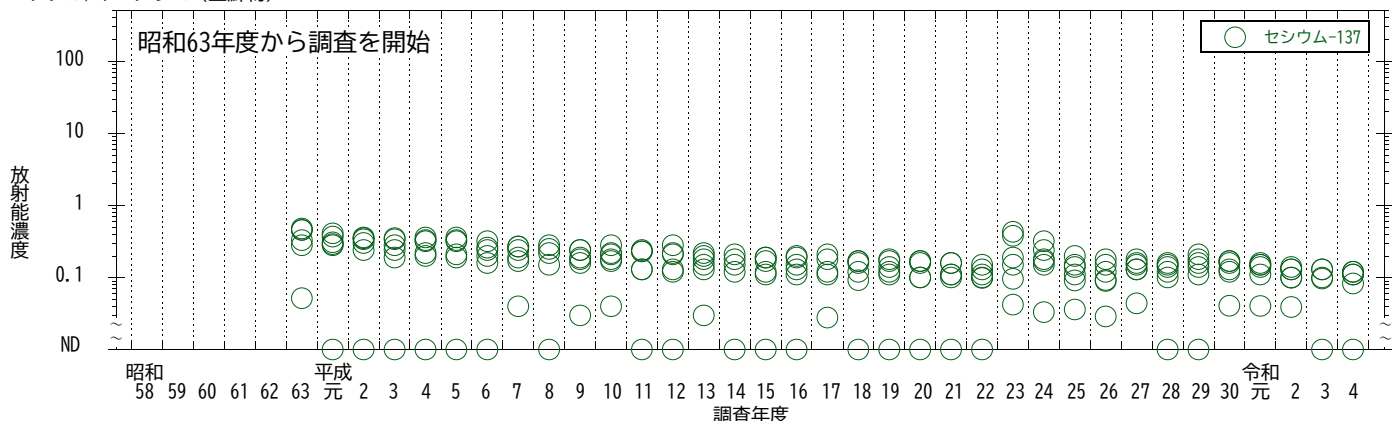
海底土

ベクレル/キログラム（乾燥土）



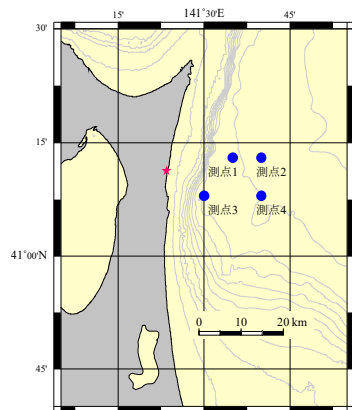
海産生物

ベクレル/キログラム（生鮮物）



青森海域（原子力発電所等周辺海域）

平成15年度～令和4年度



【海水試料・海底土試料 採取測点】

測点1：北緯41度13分 東経141度35分、測点2：北緯41度13分 東経141度40分
測点3：北緯41度08分 東経141度30分、測点4：北緯41度08分 東経141度40分

【海産生物試料 収集試料】

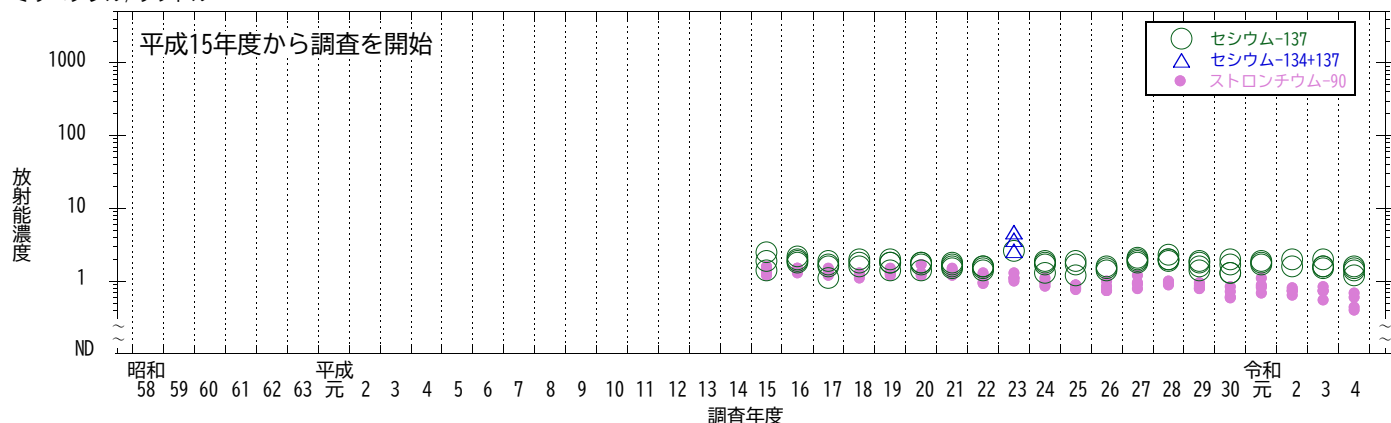
令和4年度

第1回 クロソイ、ホッケ、アイナメ

第2回 クロソイ、アイナメ、スルメイカ

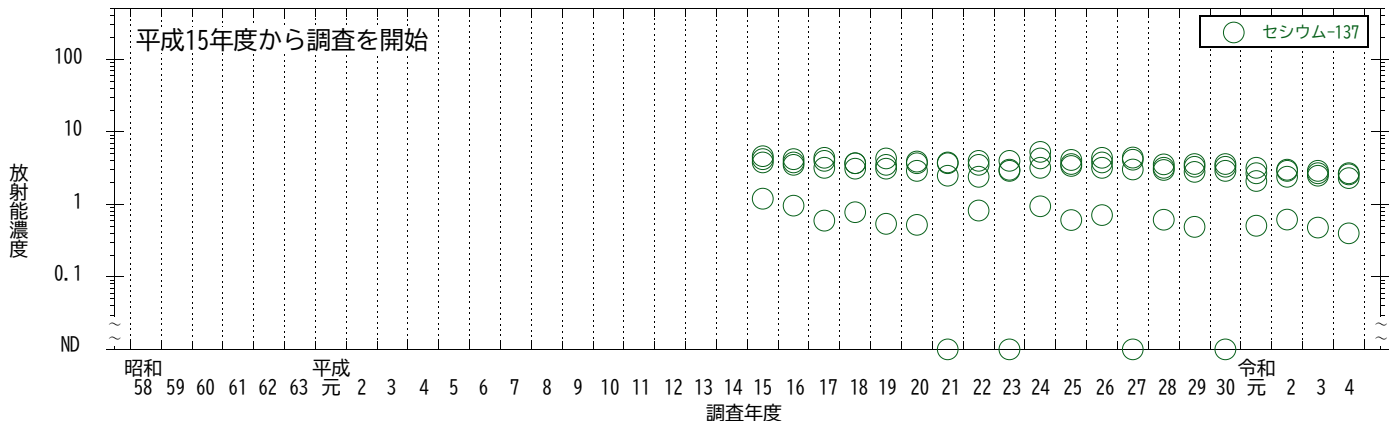
海水（表層水）

ミリベクレル/リットル



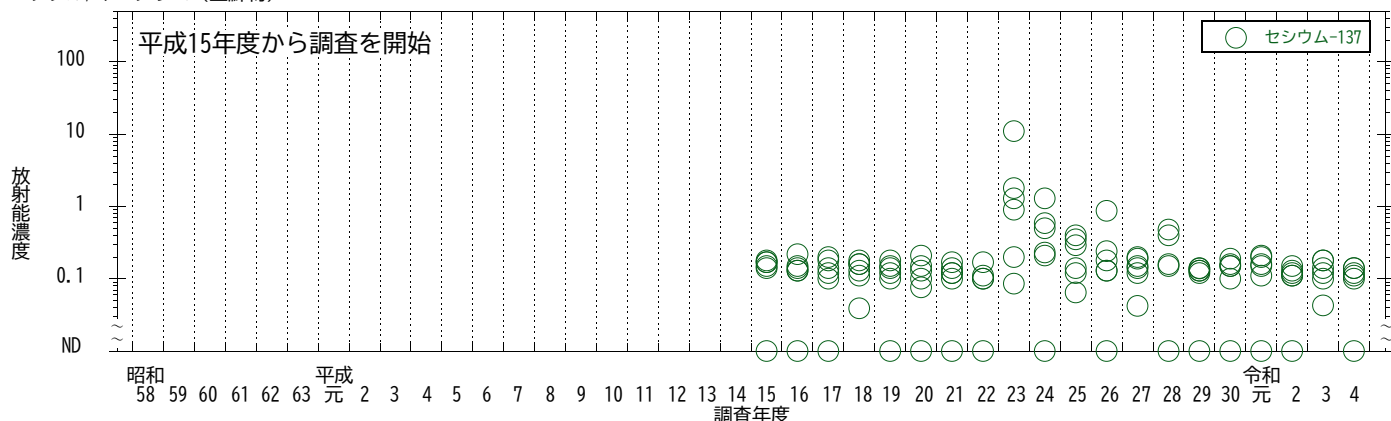
海底土

ベクレル/キログラム（乾燥土）



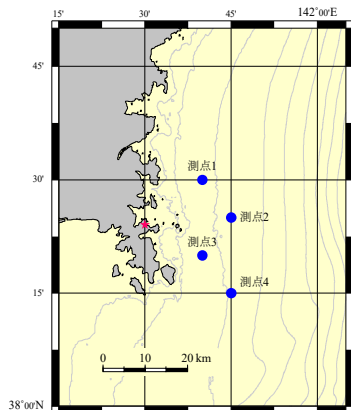
海産生物

ベクレル/キログラム（生鮮物）



宮城海域（原子力発電所等周辺海域）

昭和59年度～令和4年度



【海水試料・海底土試料 採取測点】

測点1：北緯38度30分 東経141度40分、測点2：北緯38度25分 東経141度45分
測点3：北緯38度20分 東経141度40分、測点4：北緯38度15分 東経141度45分

【海産生物試料 収集試料】

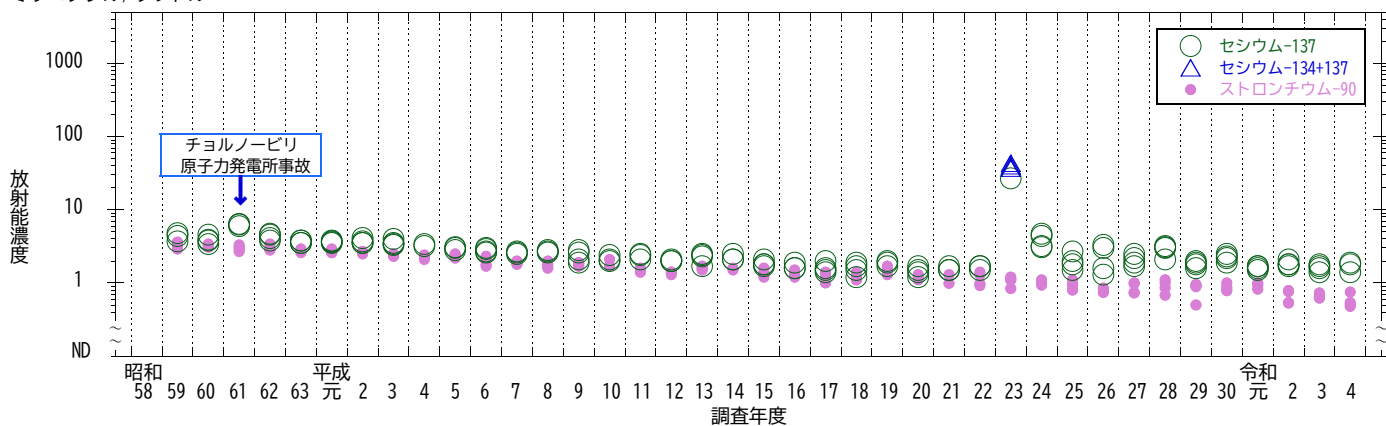
令和4年度

第1回 マダラ、アイナメ、マアナゴ

第2回 マダラ、アイナメ、マアナゴ

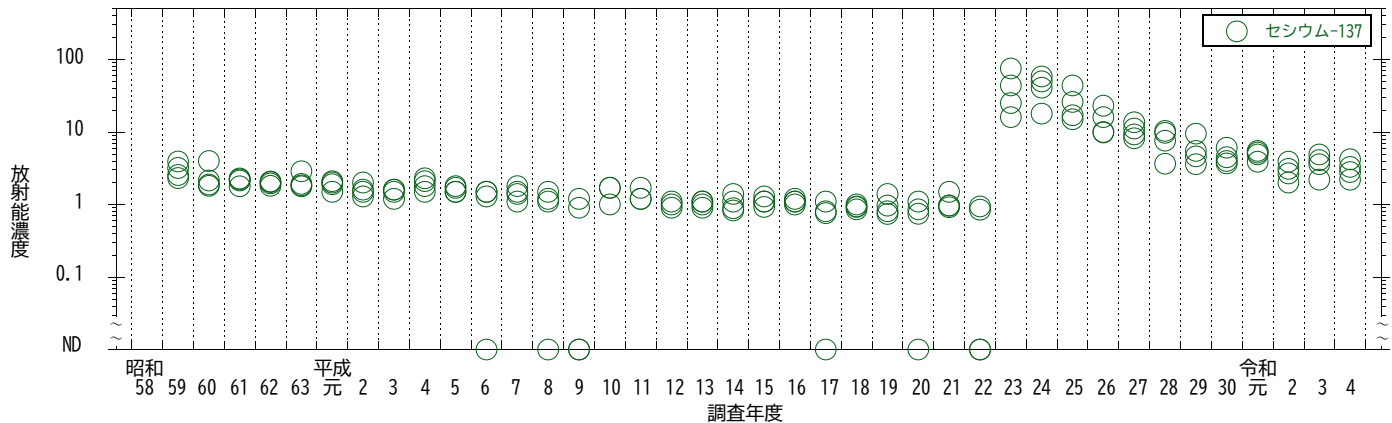
海水（表層水）

ミリベクレル/リットル



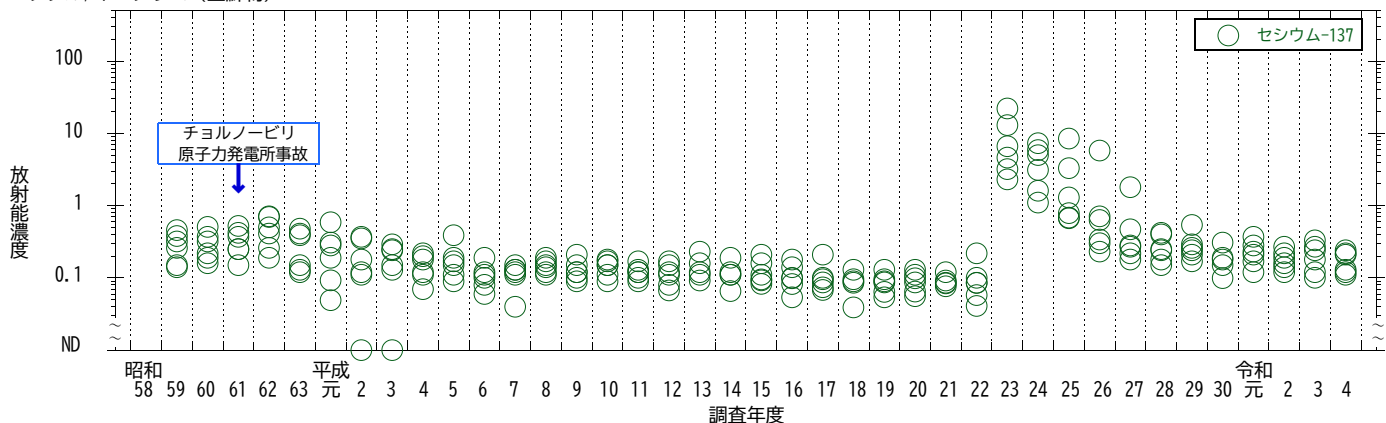
海底土

ベクレル/キログラム（乾燥土）



海産生物

ベクレル/キログラム（生鮮物）



福島海域（第一、第二）（原子力発電所等周辺海域）

昭和58年度～令和4年度

【海水試料・海底土試料 採取測点】

第一 測点1：北緯37度40分 東経141度20分、測点2：北緯37度35分 東経141度25分
測点3：北緯37度30分 東経141度20分、測点4：北緯37度23分 東経141度20分

第二 測点1：北緯37度16分 東経141度25分、測点2：北緯37度12分 東経141度20分
測点3：北緯37度06分 東経141度19分、測点4：北緯37度00分 東経141度20分

【海産生物試料 収集試料】

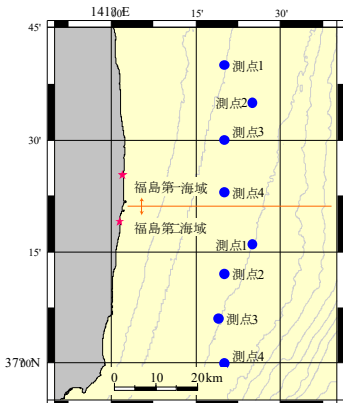
令和4年度

第1回 福島第一：ババガレイ、スケトウダラ、マダラ

福島第二：マアナゴ、カナガシラ、ヤナギダコ

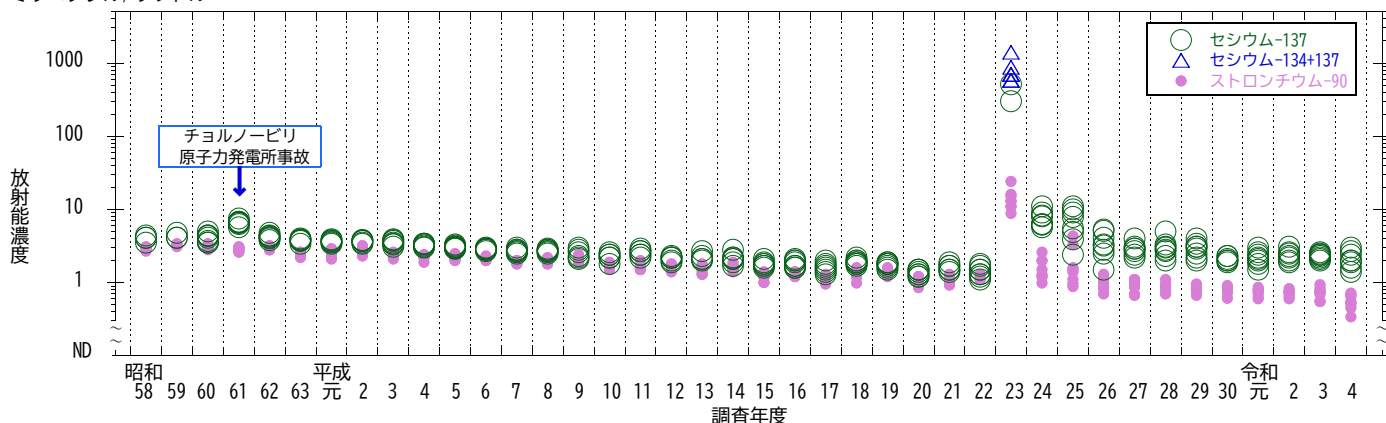
第2回 福島第一：マルアオメエソ、キアンコウ、ヤナギダコ

福島第二：カナガシラ、ムシガレイ、ヤナギダコ



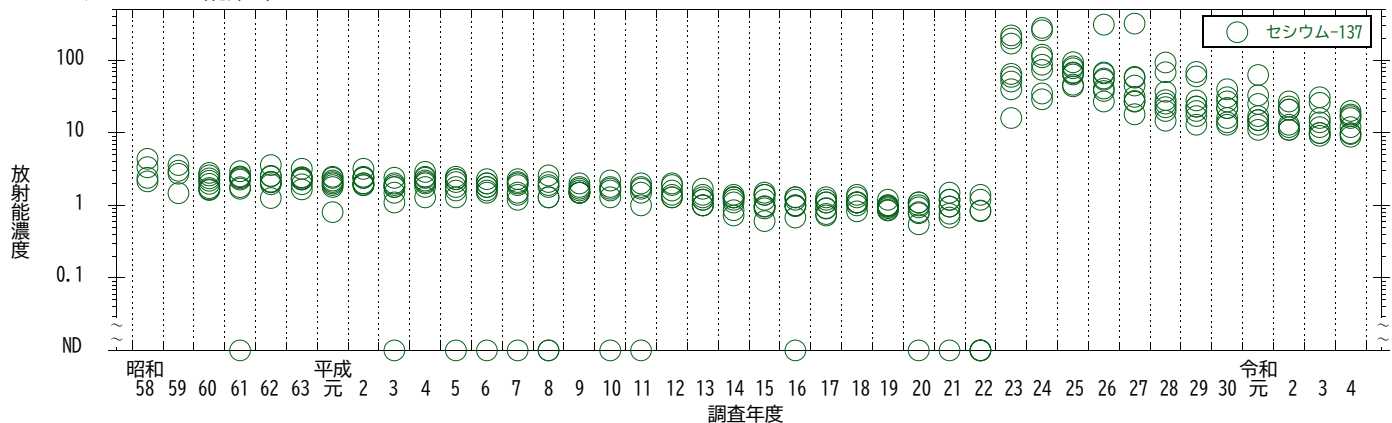
海水（表層水）

ミリベクレル/リットル



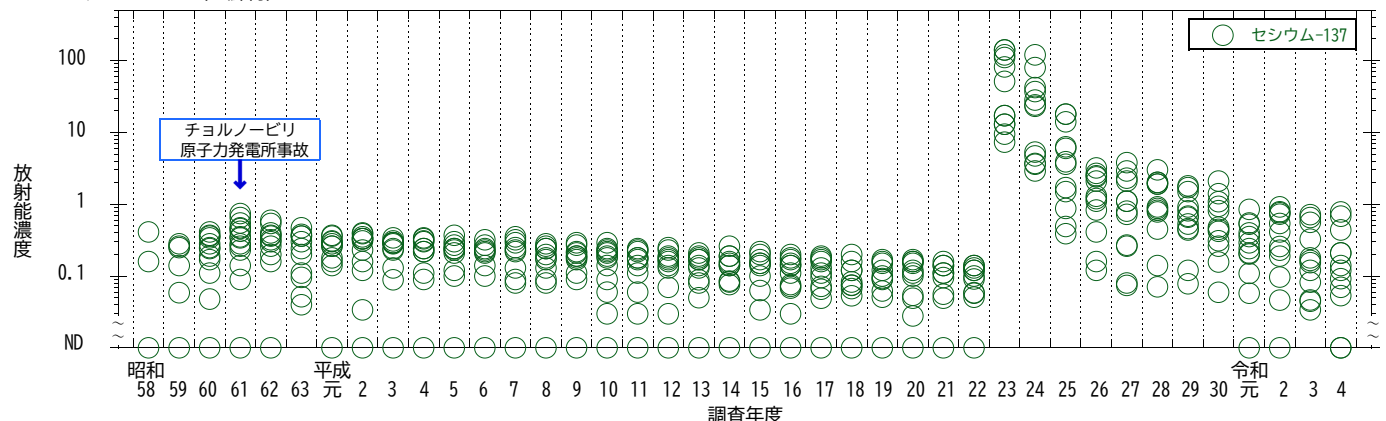
海底土

ベクレル/キログラム（乾燥土）



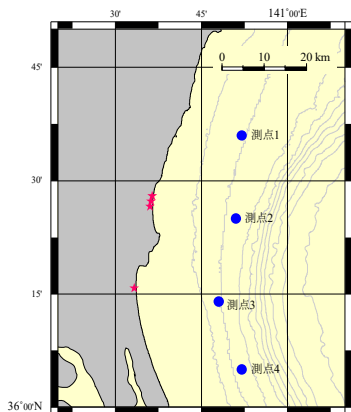
海産生物

ベクレル/キログラム（生鮮物）



茨城海域（原子力発電所等周辺海域）

昭和59年度～令和4年度



【海水試料・海底土試料 採取測点】

測点1：北緯36度36分 東経140度52分、測点2：北緯36度25分 東経140度51分
測点3：北緯36度14分 東経140度48分、測点4：北緯36度05分 東経140度52分

【海産生物試料 収集試料】

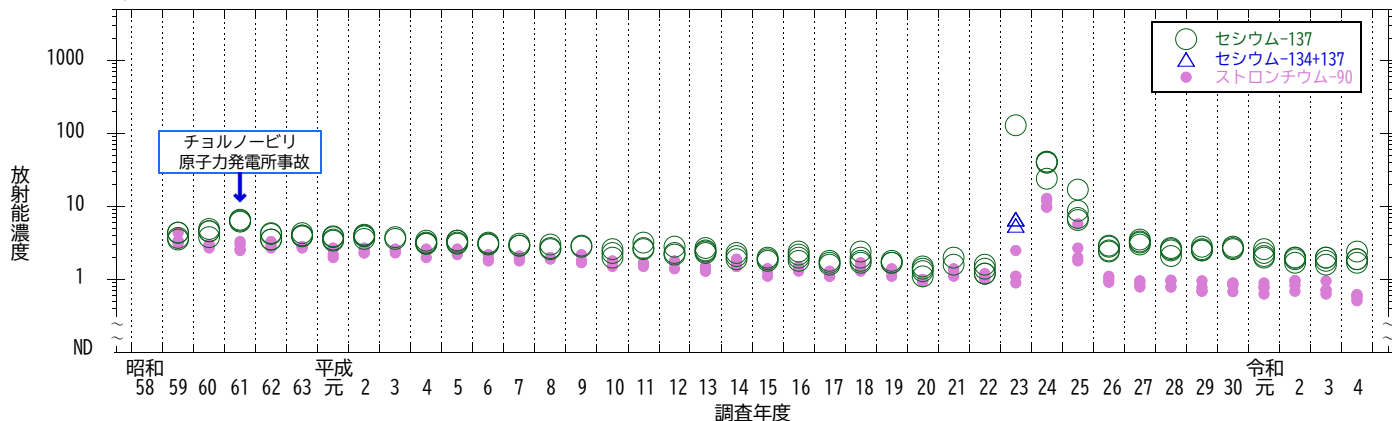
令和4年度

第1回 ヤリイカ、ババガレイ、ヤナギダコ

第2回 マルアオメエソ、ムシガレイ、ヤナギダコ

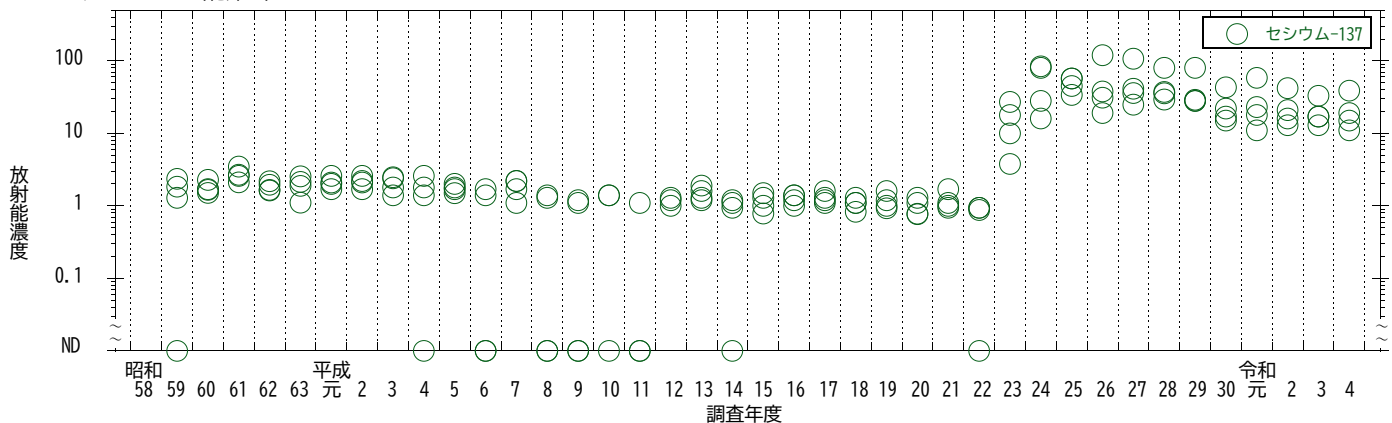
海水（表層水）

ミリベクレル/リットル



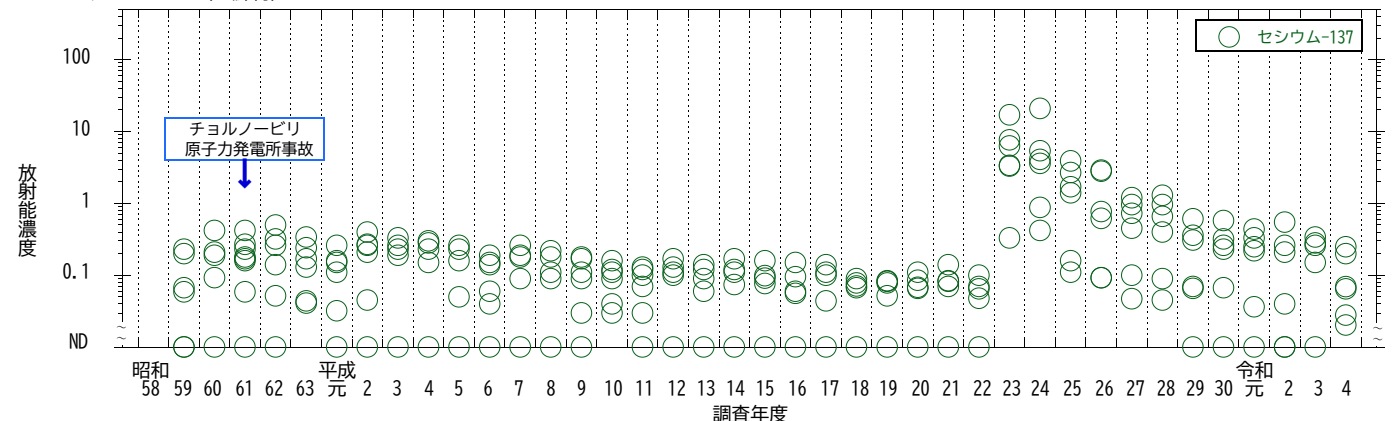
海底土

ベクレル/キログラム（乾燥土）



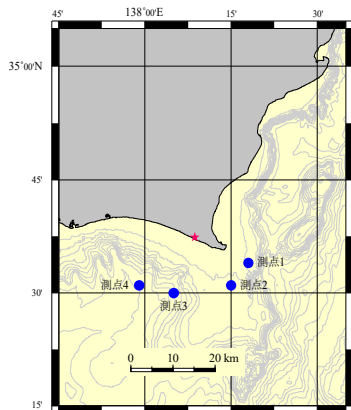
海産生物

ベクレル/キログラム（生鮮物）



静岡海域（原子力発電所等周辺海域）

昭和58年度～令和4年度



【海水試料・海底土試料 採取測点】

測点1：北緯34度34分 東経138度18分、測点2：北緯34度31分 東経138度15分
測点3：北緯34度30分 東経138度05分、測点4：北緯34度31分 東経137度59分

【海産生物試料 収集試料】

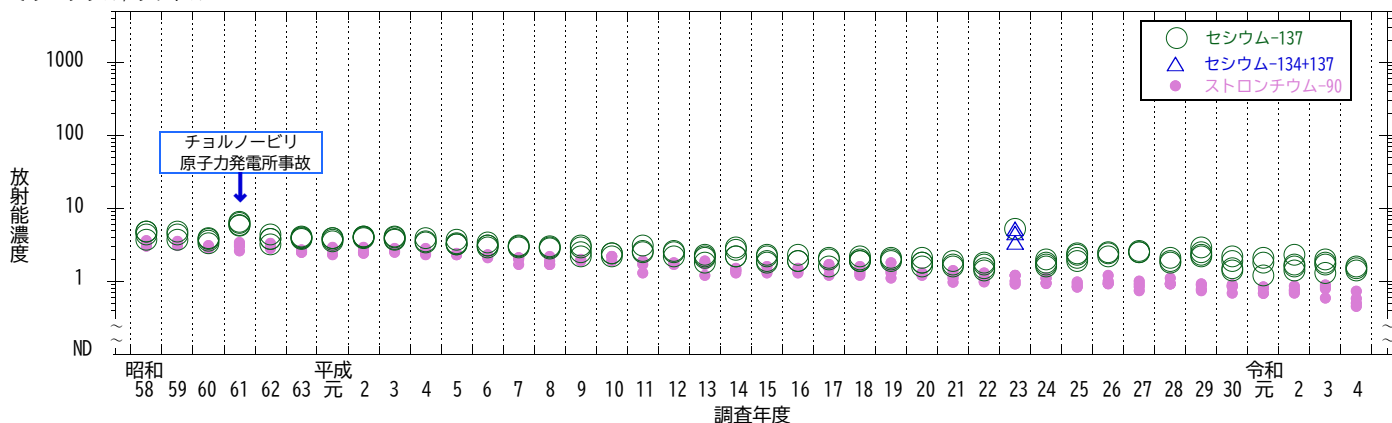
令和4年度

第1回 マアジ、ニベ、アカカマス

第2回 マゴチ、ニベ、アカシタビラメ

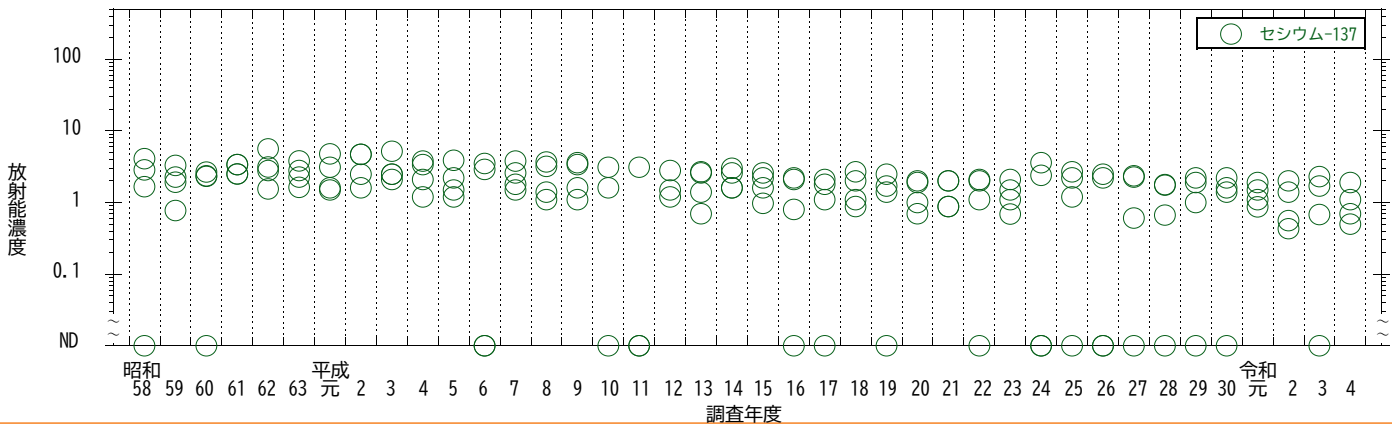
海水（表層水）

ミリベクレル/リットル



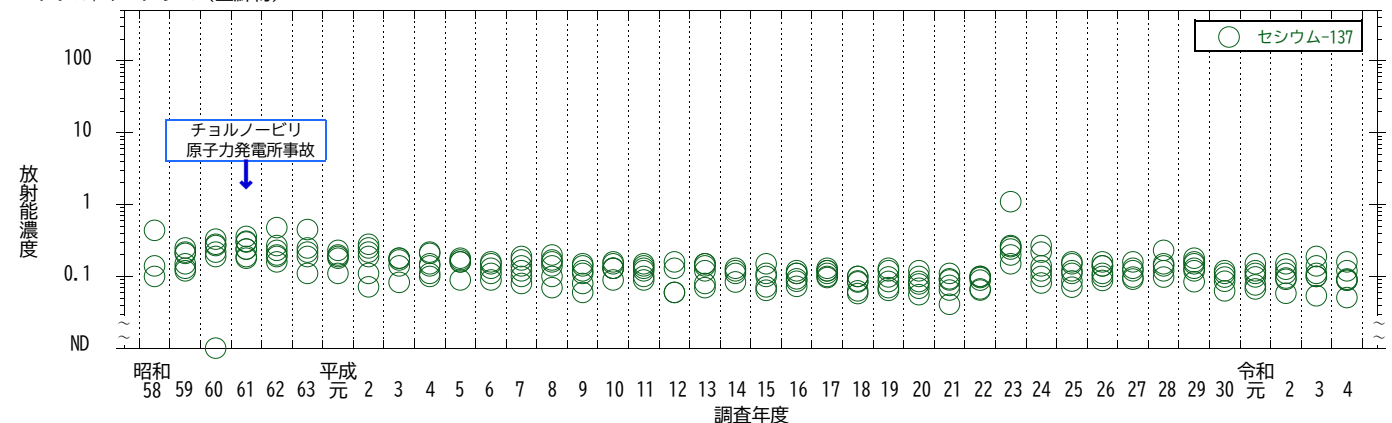
海底土

ベクレル/キログラム（乾燥土）



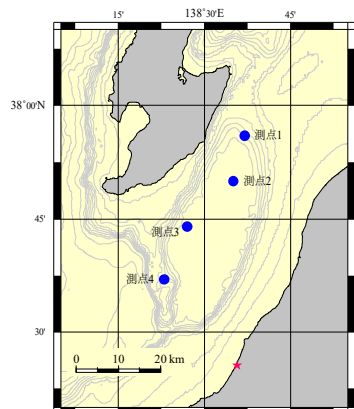
海産生物

ベクレル/キログラム（生鮮物）



新潟海域（原子力発電所等周辺海域）

昭和59年度～令和4年度



【海水試料・海底土試料 採取測点】

測点1：北緯37度56分 東経138度37分、測点2：北緯37度50分 東経138度35分
測点3：北緯37度44分 東経138度27分、測点4：北緯37度37分 東経138度23分

【海産生物試料 収集試料】

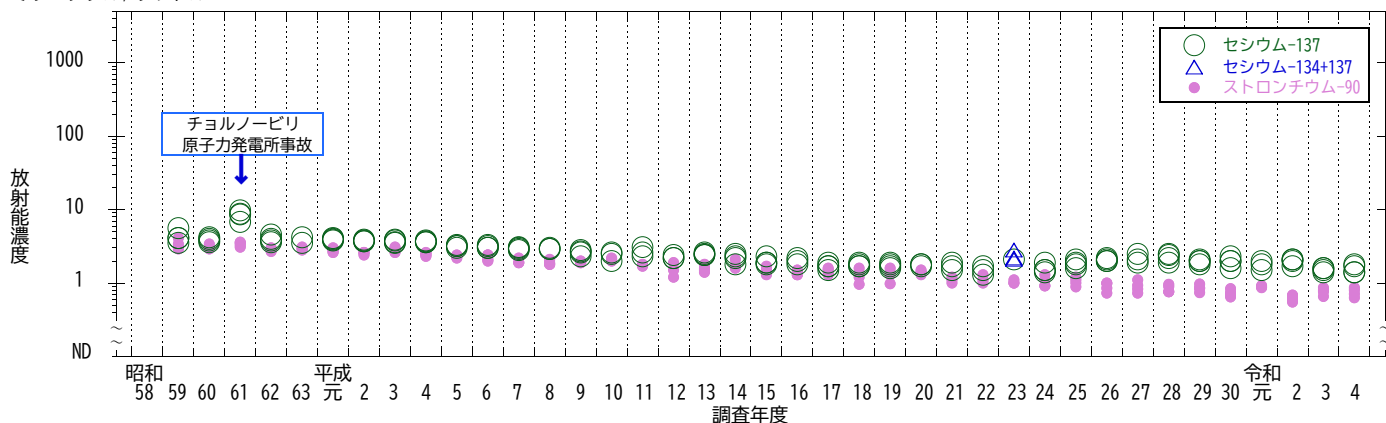
令和4年度

第1回 スケトウダラ、ホッケ、ミズダコ

第2回 スケトウダラ、ホッケ、ミズダコ

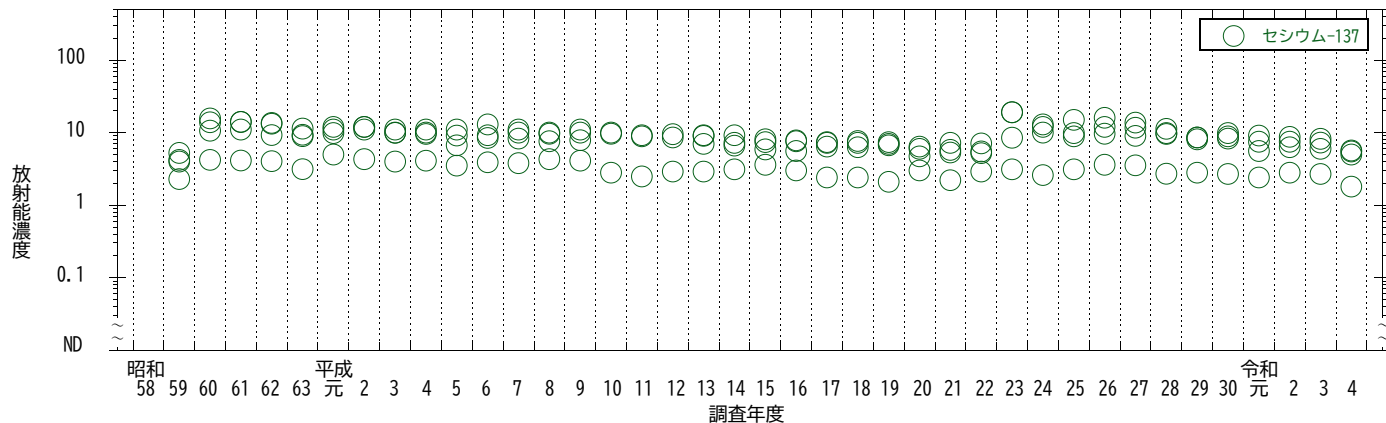
海水（表層水）

ミリベクレル/リットル



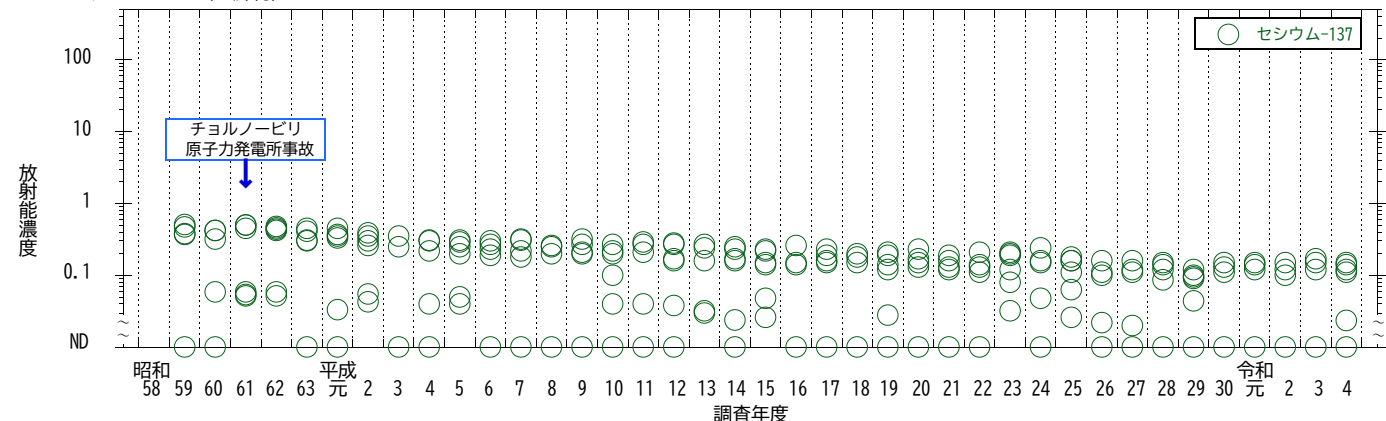
海底土

ベクレル/キログラム（乾燥土）



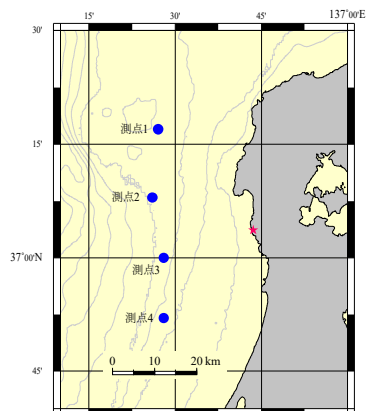
海産生物

ベクレル/キログラム（生鮮物）



石川海域（原子力発電所等周辺海域）

平成3年度～令和4年度



【海水試料・海底土試料 採取測点】

測点1：北緯37度17分 東経136度27分、測点2：北緯37度08分 東経136度26分
測点3：北緯37度00分 東経136度28分、測点4：北緯36度52分 東経136度28分

【海産生物試料 収集試料】

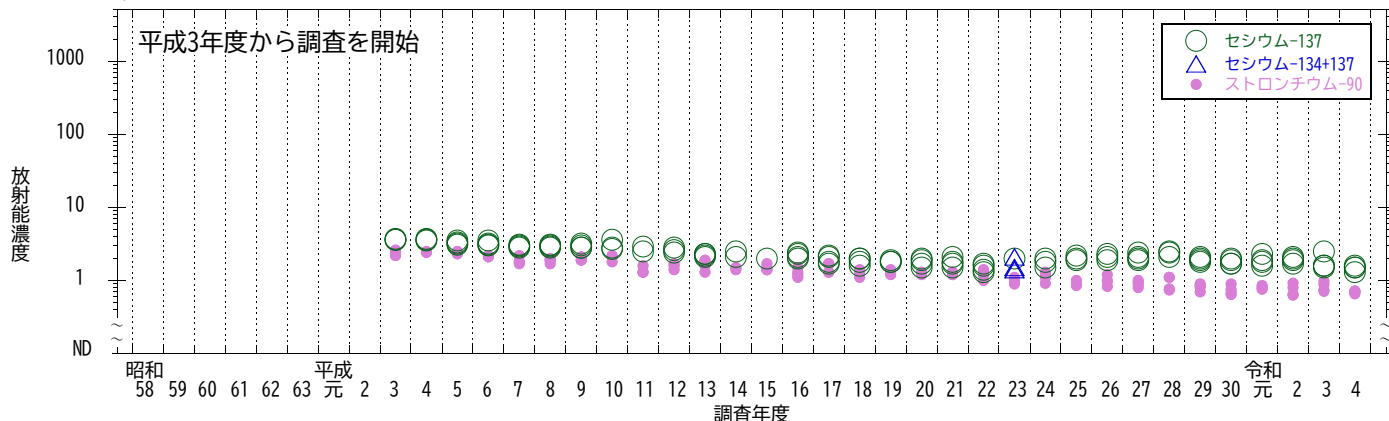
令和4年度

第1回 ニギス、ハタハタ、ホッコクアカエビ

第2回 ニギス、アカガレイ、ホッコクアカエビ

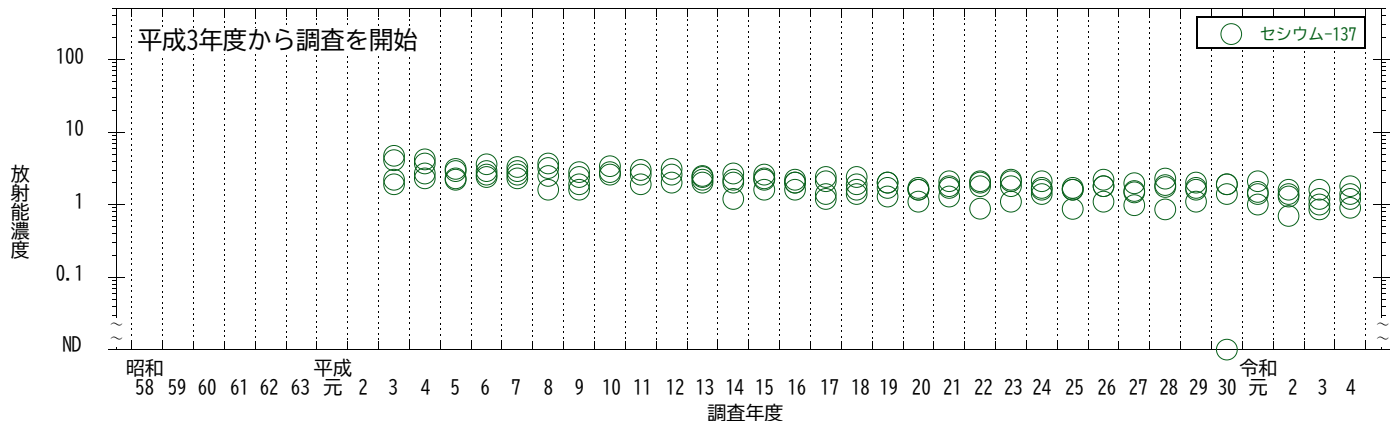
海水（表層水）

ミリベクレル/リットル



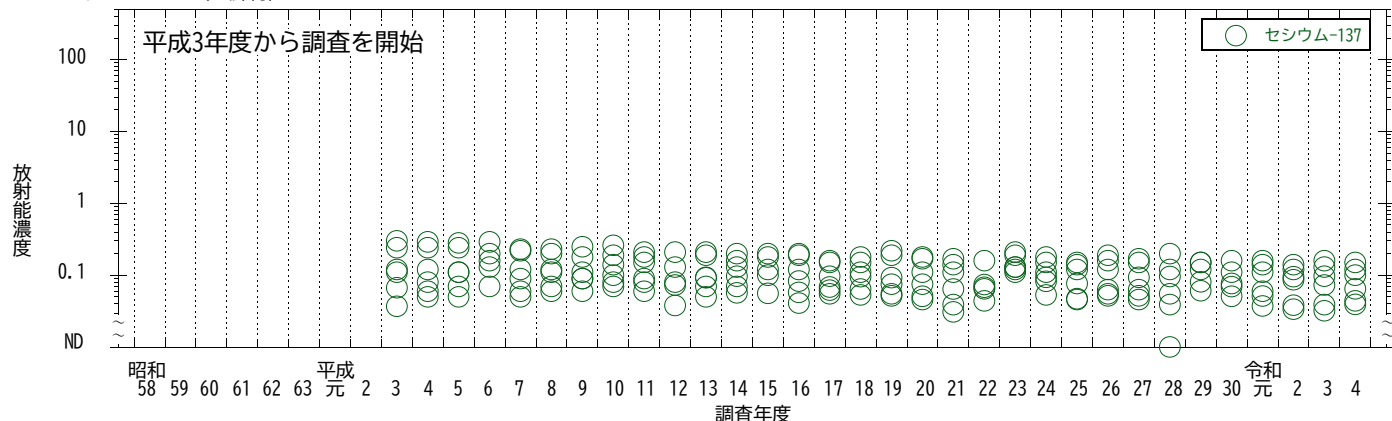
海底土

ベクレル/キログラム（乾燥土）



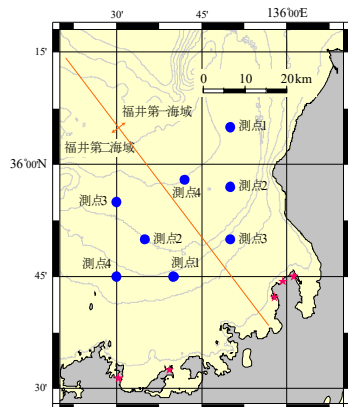
海産生物

ベクレル/キログラム（生鮮物）



福井海域（第一、第二）（原子力発電所等周辺海域）

昭和58年度～令和4年度



【海水試料・海底土試料】採取測点

第一 測点1：北緯36度05分 東経135度50分、測点2：北緯35度57分 東経135度50分
測点3：北緯35度50分 東経135度50分、測点4：北緯35度58分 東経135度42分

第二 測点1：北緯35度45分 東経135度40分、測点2：北緯35度50分 東経135度35分
測点3：北緯35度55分 東経135度30分、測点4：北緯35度45分 東経135度30分

【海産生物試料】収集試料

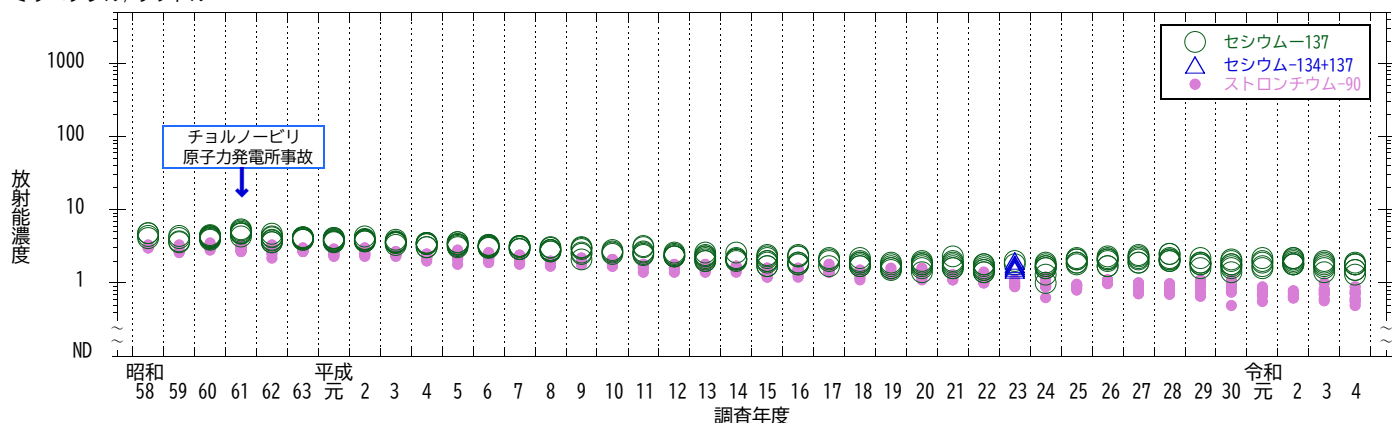
令和4年度

第1回 福井第一：ハタハタ、アカガレイ、スルメイカ 福井第二：アカガレイ、スズキ、マアナゴ

第2回 福井第一：ムシガレイ、アカガレイ、スルメイカ 福井第二：アカガレイ、マダイ、マアナゴ

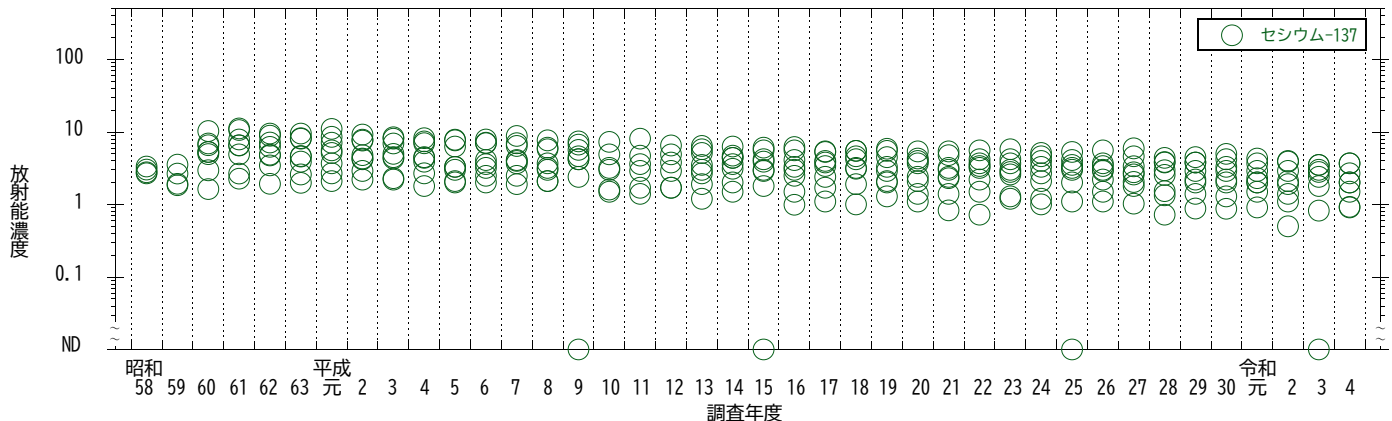
海水（表層水）

ミリベクレル/リットル



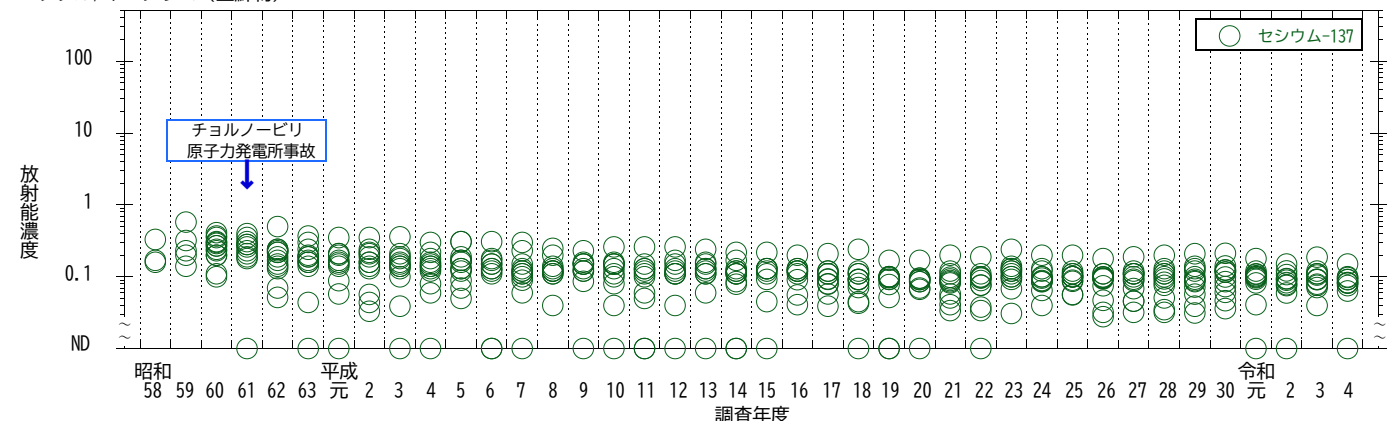
海底土

ベクレル/キログラム（乾燥土）

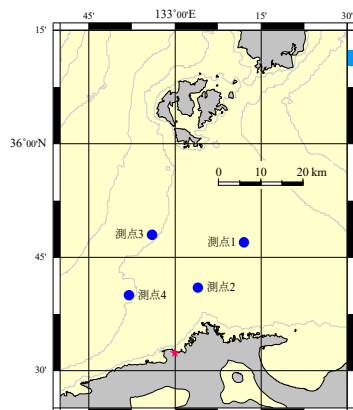


海産生物

ベクレル/キログラム（生鮮物）



島根海域（原子力発電所等周辺海域）



【海水試料・海底土試料 採取測点】

測点1：北緯35度47分 東経133度12分、測点2：北緯35度41分 東経133度04分
測点3：北緯35度48分 東経132度56分、測点4：北緯35度40分 東経132度52分

【海産生物試料 収集試料】

令和4年度

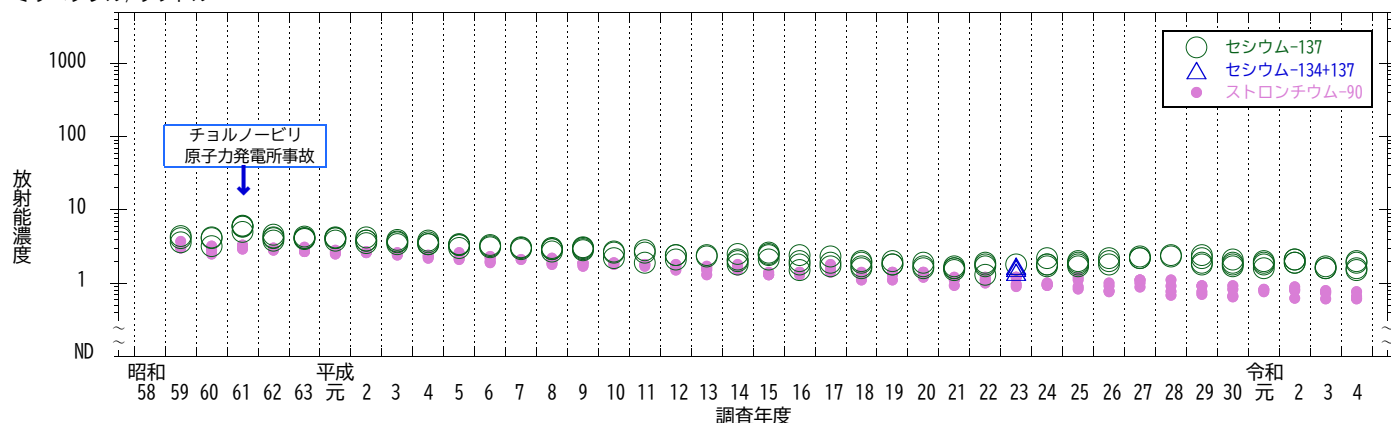
第1回 マダイ、ヒラメ、ムシガレイ

第2回 マダイ、マトウダイ、カイワリ

昭和59年度～令和4年度

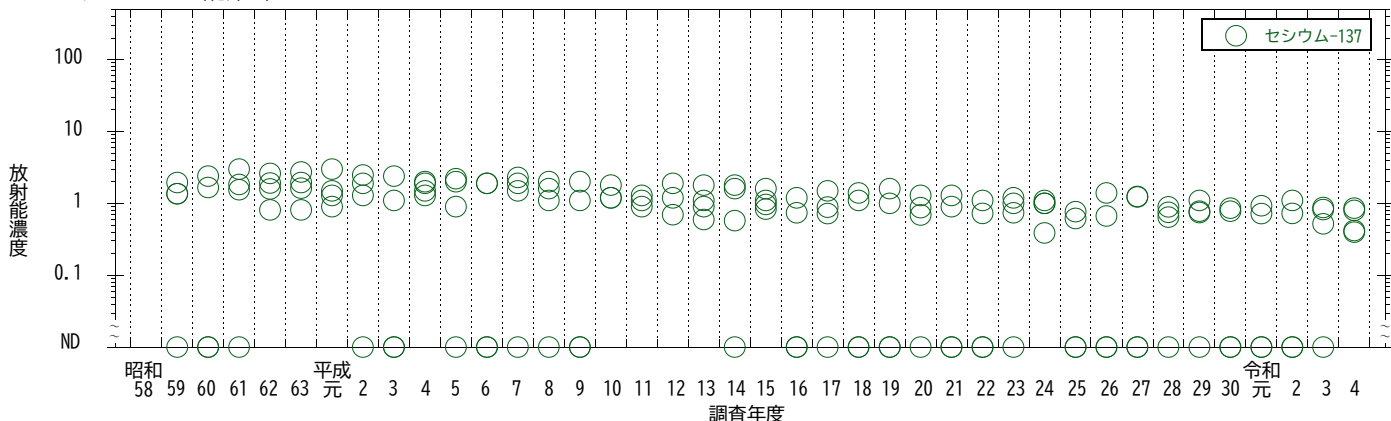
海水（表層水）

ミリベクレル/リットル



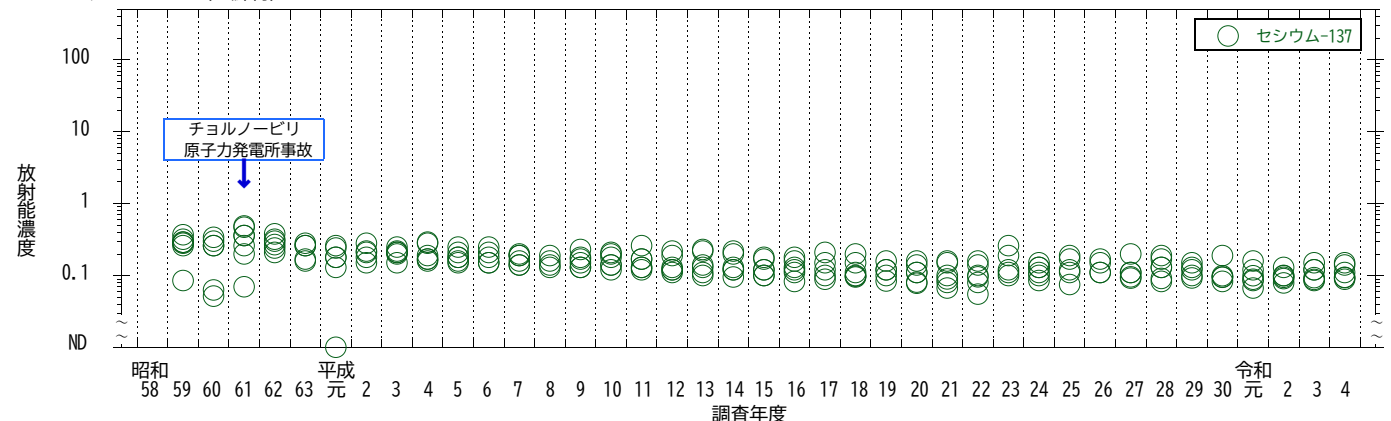
海底土

ベクレル/キログラム（乾燥土）

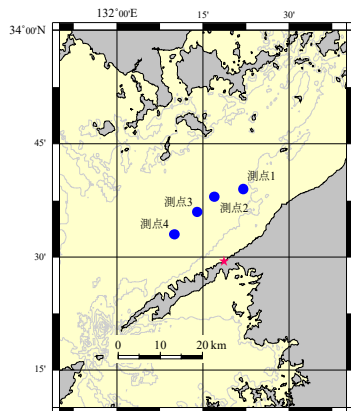


海産生物

ベクレル/キログラム（生鮮物）



愛媛海域（原子力発電所等周辺海域）



【海水試料・海底土試料 採取測点】

測点1：北緯33度39分 東経132度22分、測点2：北緯33度38分 東経132度17分
測点3：北緯33度36分 東経132度14分、測点4：北緯33度33分 東経132度10分

【海産生物試料 収集試料】

令和4年度

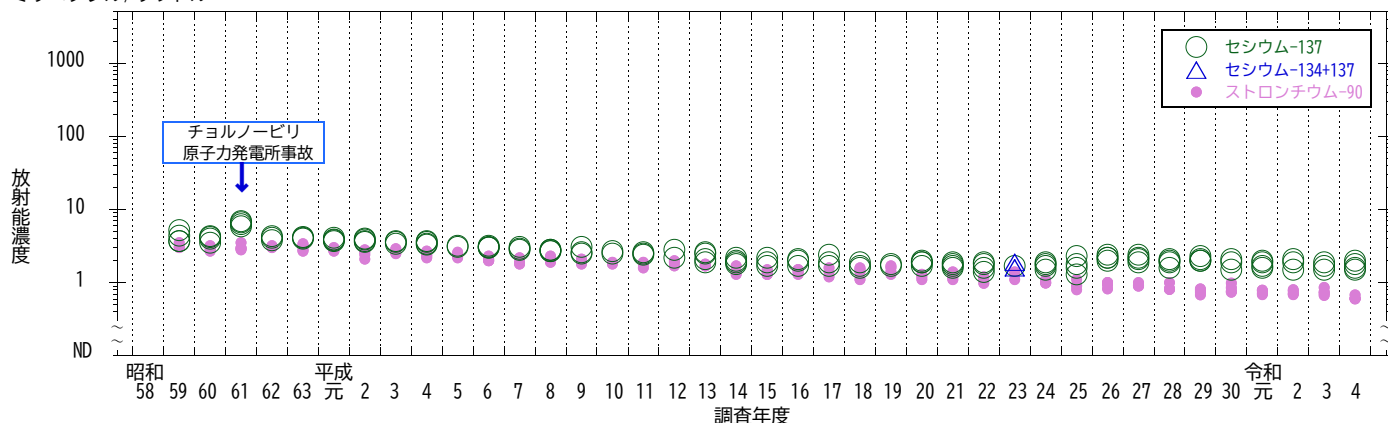
第1回 カナガシラ、ハモ、エビ類

第2回 ワニエソ、コウイカ、シログチ

昭和59年度～令和4年度

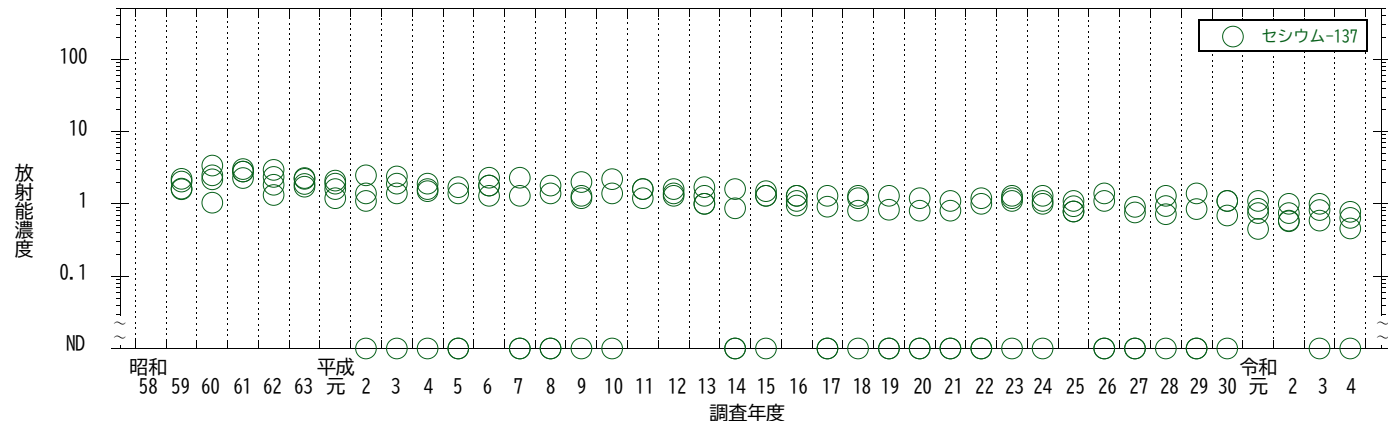
海水（表層水）

ミリベクレル/リットル



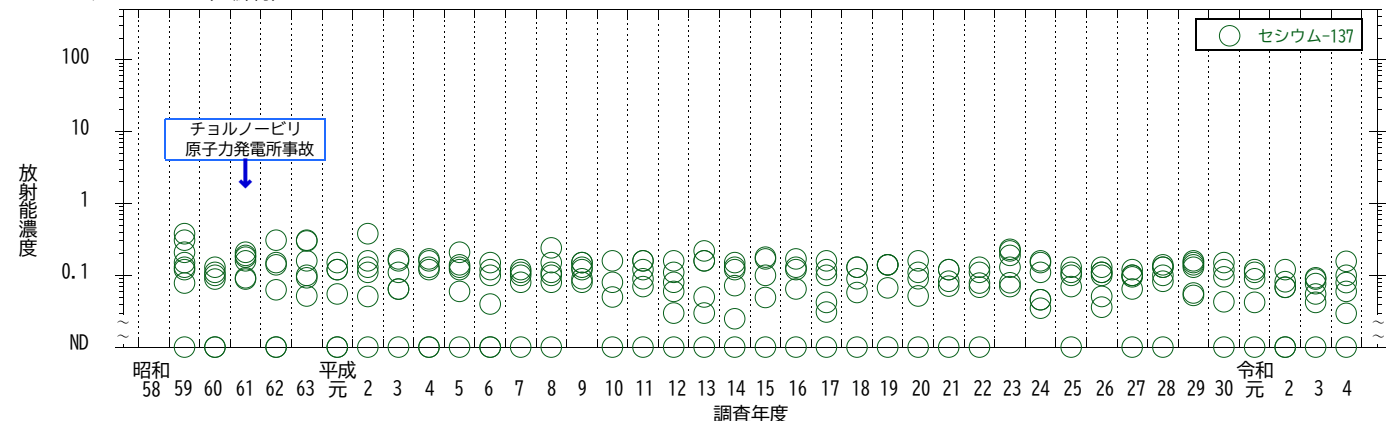
海底土

ベクレル/キログラム（乾燥土）



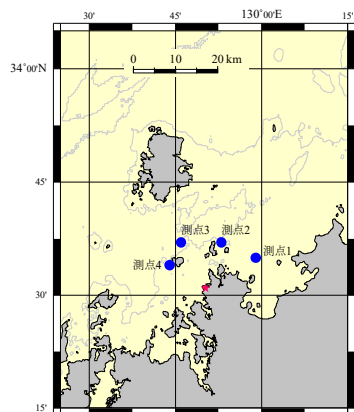
海産生物

ベクレル/キログラム（生鮮物）



佐賀海域（原子力発電所等周辺海域）

昭和59年度～令和4年度



【海水試料・海底土試料 採取測点】

測点1：北緯33度35分 東経129度59分、測点2：北緯33度37分 東経129度53分
測点3：北緯33度37分 東経129度46分、測点4：北緯33度34分 東経129度44分

【海産生物試料 収集試料】

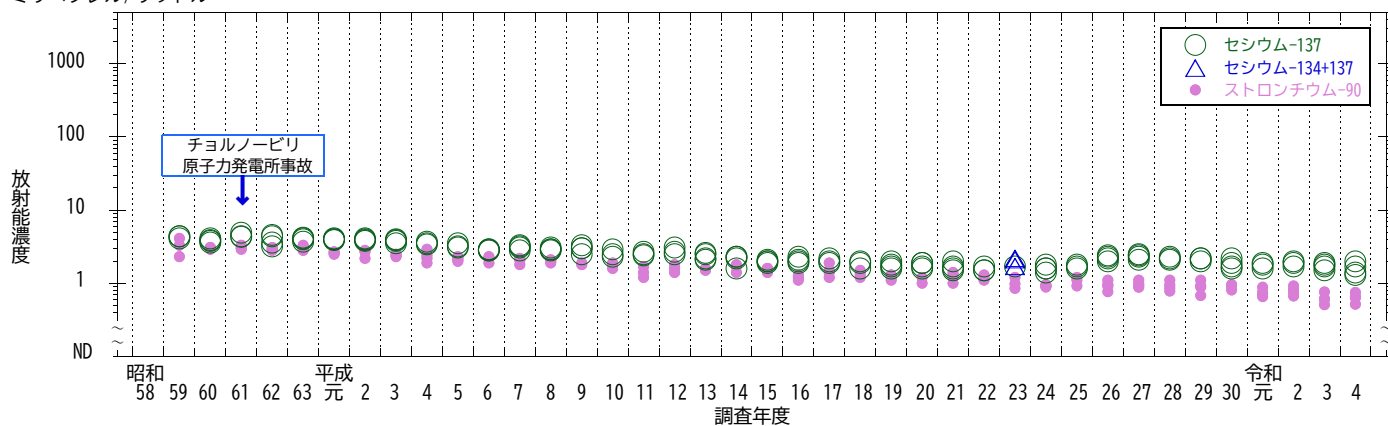
令和4年度

第1回 スズキ、マダイ、メジナ

第2回 スズキ、マダイ、メジナ

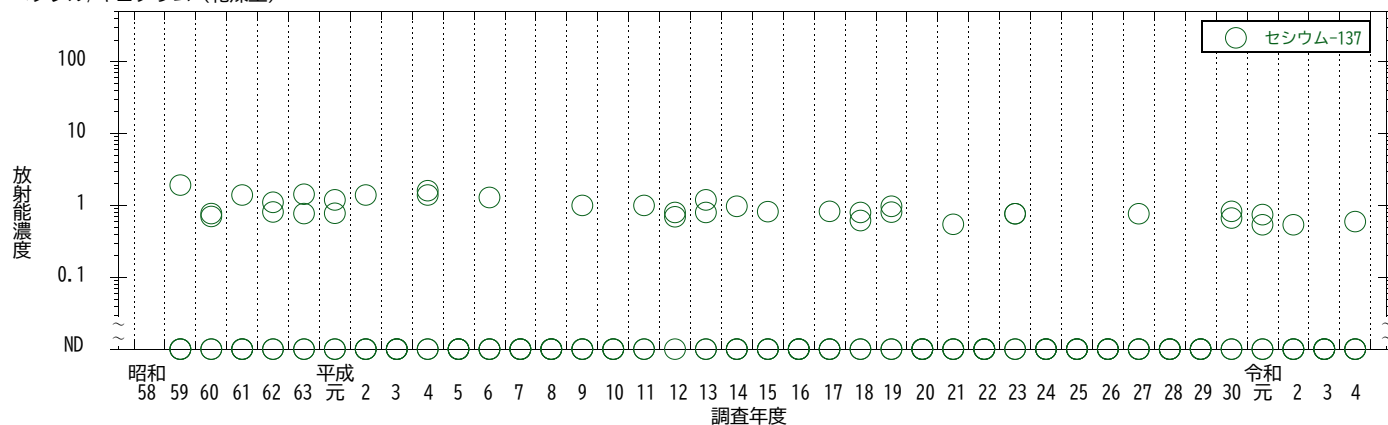
海水（表層水）

ミリベクレル/リットル



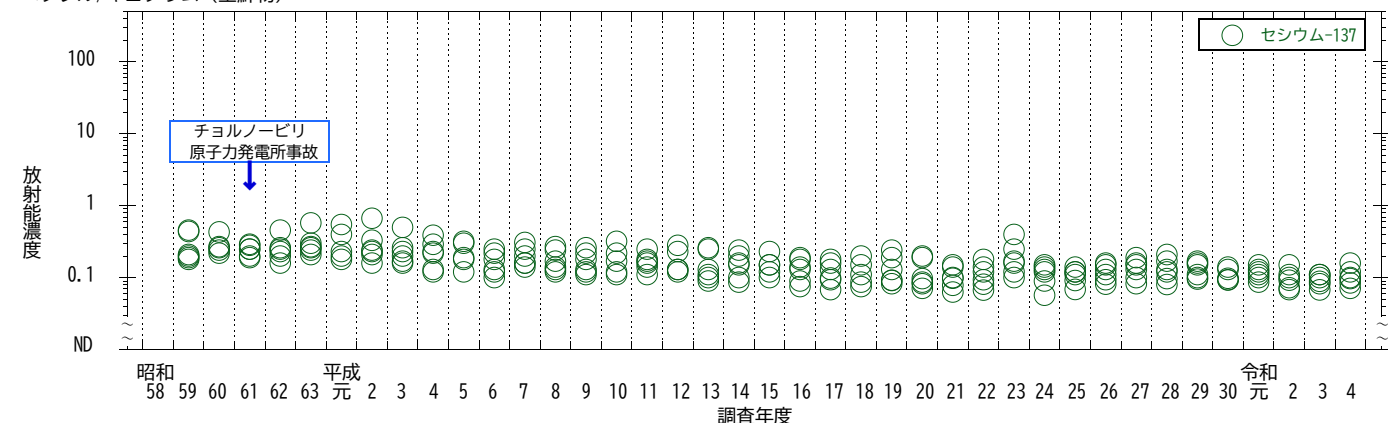
海底土

ベクレル/キログラム（乾燥土）



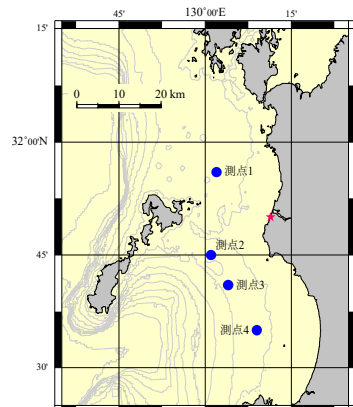
海産生物

ベクレル/キログラム（生鮮物）



鹿児島海域（原子力発電所等周辺海域）

昭和59年度～令和4年度



【海水試料・海底土試料 採取測点】

測点1：北緯31度56分 東経130度02分、測点2：北緯31度45分 東経130度01分
測点3：北緯31度41分 東経130度04分、測点4：北緯31度35分 東経130度09分

【海産生物試料 収集試料】

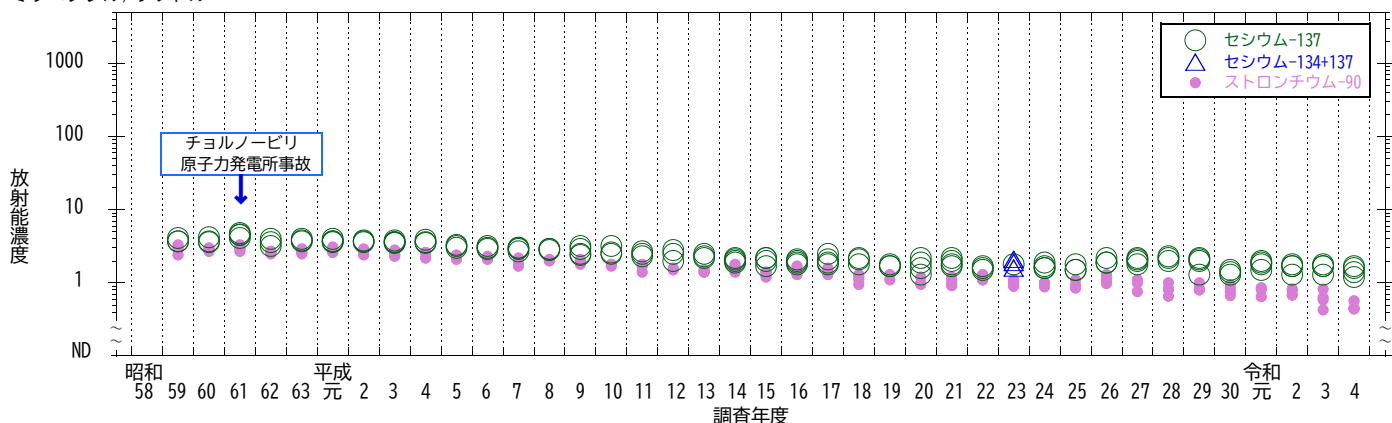
令和4年度

第1回 チダイ、カイワリ、アカエイ

第2回 ヘダイ、GINGAMEアジ、アカエイ

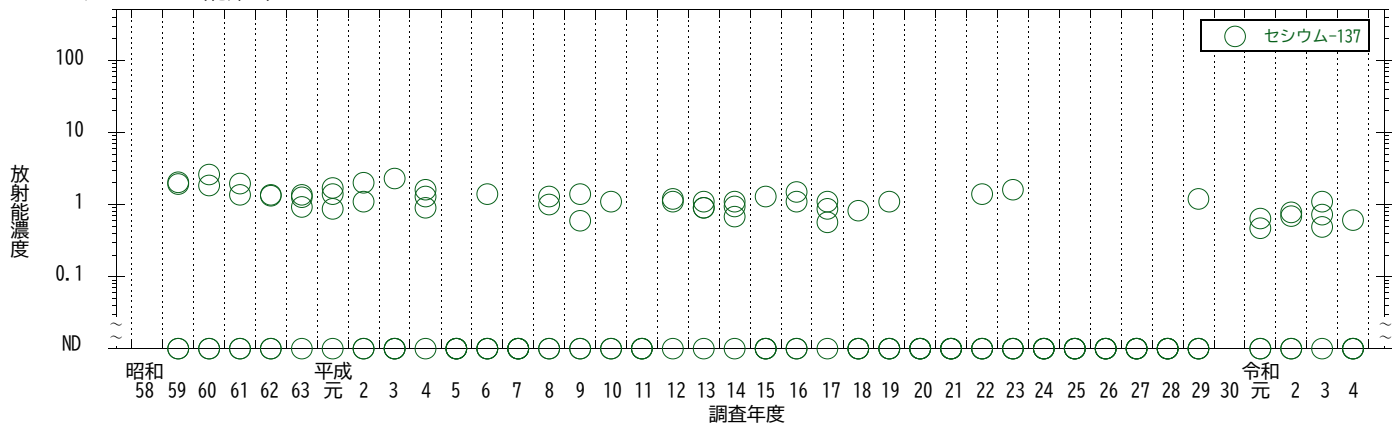
海水（表層水）

ミリベクレル/リットル



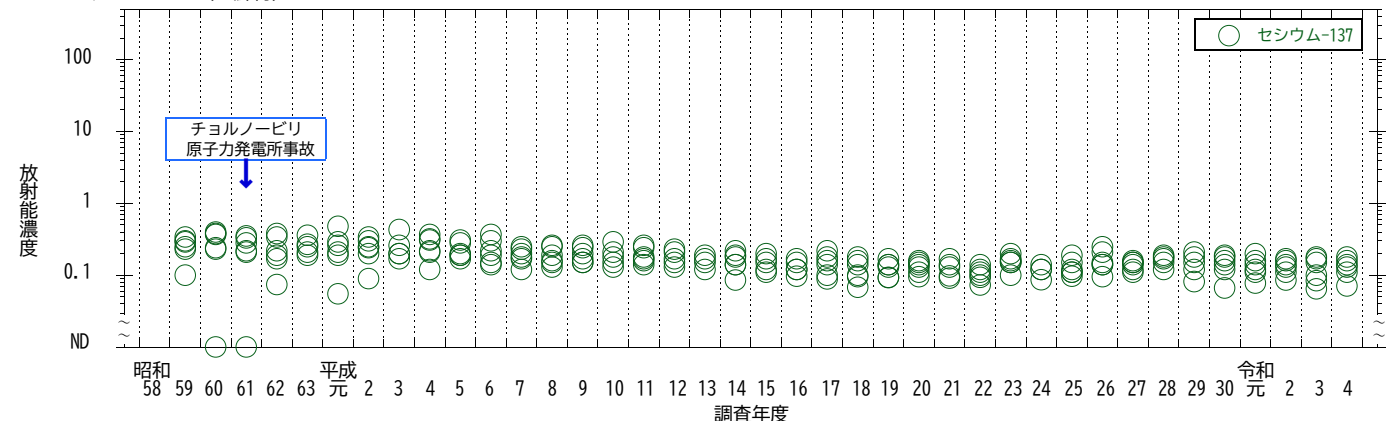
海底土

ベクレル/キログラム（乾燥土）



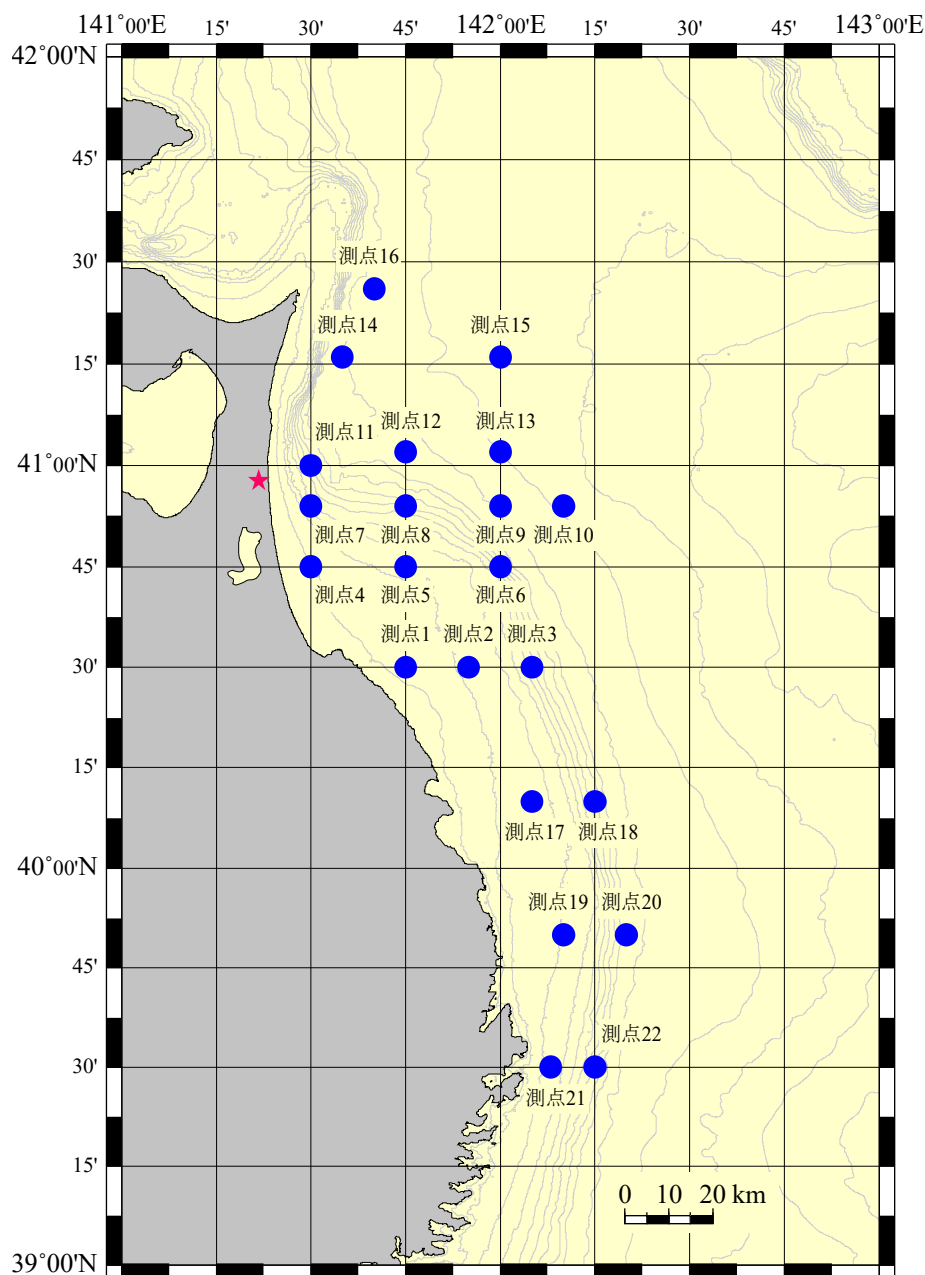
海産生物

ベクレル/キログラム（生鮮物）



核燃料(原子燃料)サイクル施設沖合海域 調査海域

平成3年度に調査を開始



【海水試料・海底土試料 採取測点】

- 測点 1 北緯40度30分 東経141度45分
- 測点 2 北緯40度30分 東経141度55分
- 測点 3 北緯40度30分 東経142度05分
- 測点 4 北緯40度45分 東経141度30分
- 測点 5 北緯40度45分 東経141度45分
- 測点 6 北緯40度45分 東経142度00分
- 測点 7 北緯40度54分 東経141度30分
- 測点 8 北緯40度54分 東経141度45分
- 測点 9 北緯40度54分 東経142度00分
- 測点10 北緯40度54分 東経142度10分
- 測点11 北緯41度00分 東経141度30分
- 測点12 北緯41度02分 東経141度45分
- 測点13 北緯41度02分 東経142度00分
- 測点14 北緯41度16分 東経141度35分
- 測点15 北緯41度16分 東経142度00分
- 測点16 北緯41度26分 東経141度40分
- 測点17 北緯40度10分 東経142度05分
- 測点18 北緯40度10分 東経142度15分
- 測点19 北緯39度50分 東経142度10分
- 測点20 北緯39度50分 東経142度20分
- 測点21 北緯39度30分 東経142度08分
- 測点22 北緯39度30分 東経142度15分

【海産生物試料 収集試料】

令和4年度

第1回：11種、15試料

ミズダコ、ヒラメ(2試料)、
スルメイカ(2試料)、サクラマス、
キアンコウ(2試料)、マダラ(2試料)、
スケトウダラ、ホッケ、
ウスメバル、マサバ、アイナメ

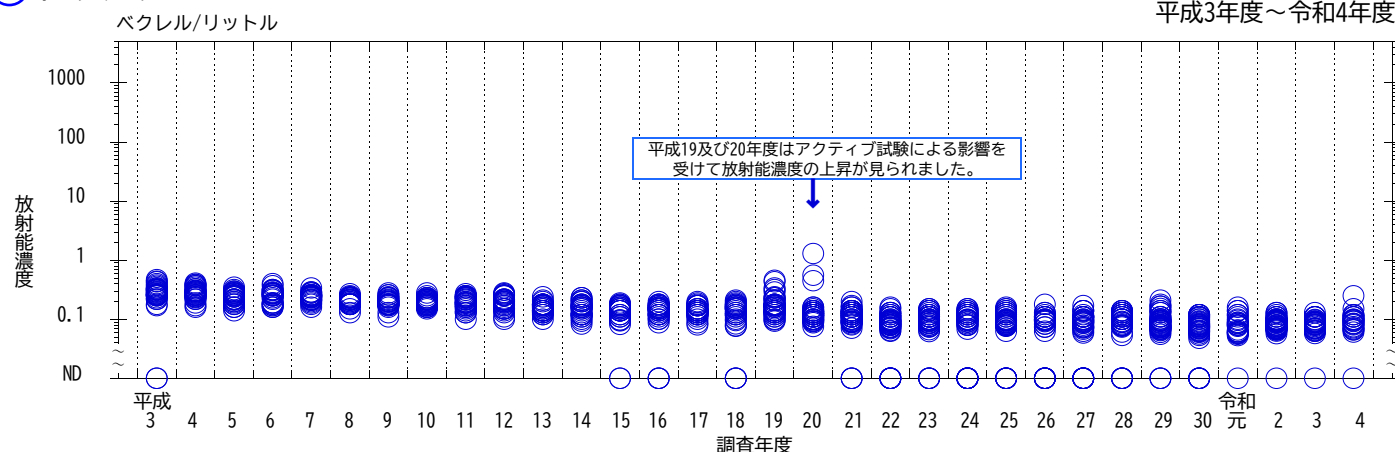
第2回：12種、15試料

ミズダコ、ヒラメ、
スルメイカ(2試料)、シロザケ(雌)、
シロザケ(雄)(2試料)、マコガレイ、
マダラ(2試料)、スケトウダラ、
カタクチイワシ、キアンコウ、
ゴマサバ、サンマ

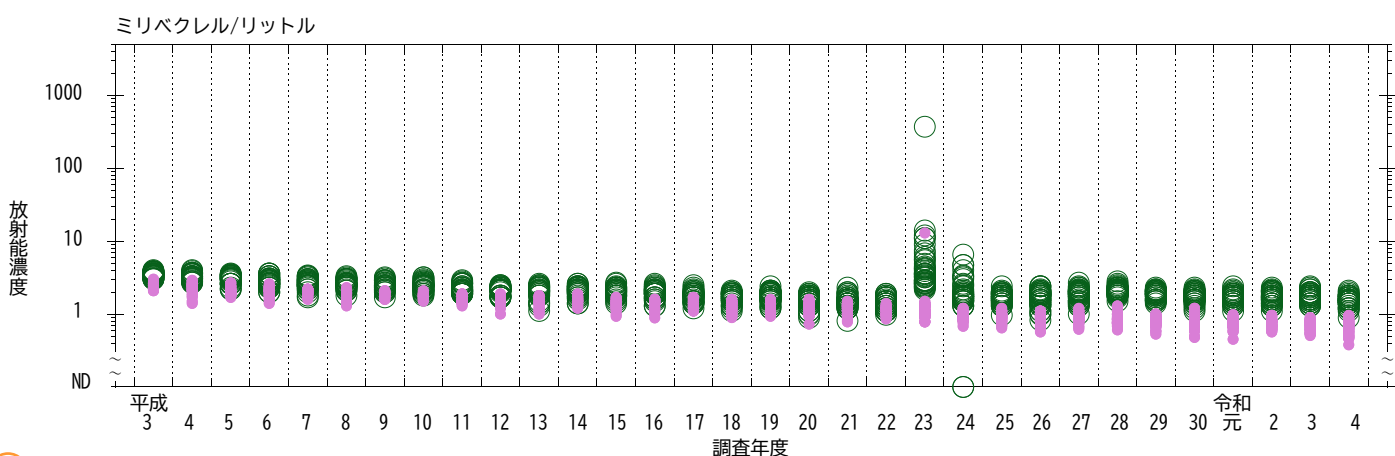
核燃料(原子燃料)サイクル施設沖合海域

海水(表層水)

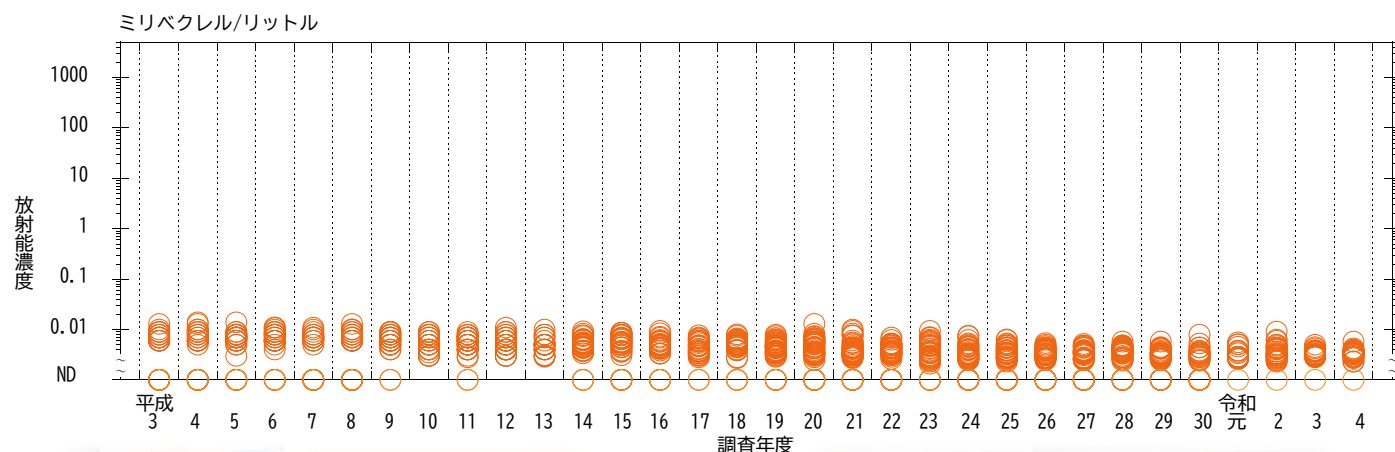
トリチウム



セシウム-137 ストロニウム-90



プルトニウム-239+240



トリチウムから発せられる極めて低いエネルギーのベータ線を測定するための液体シンチレーションカウンタ



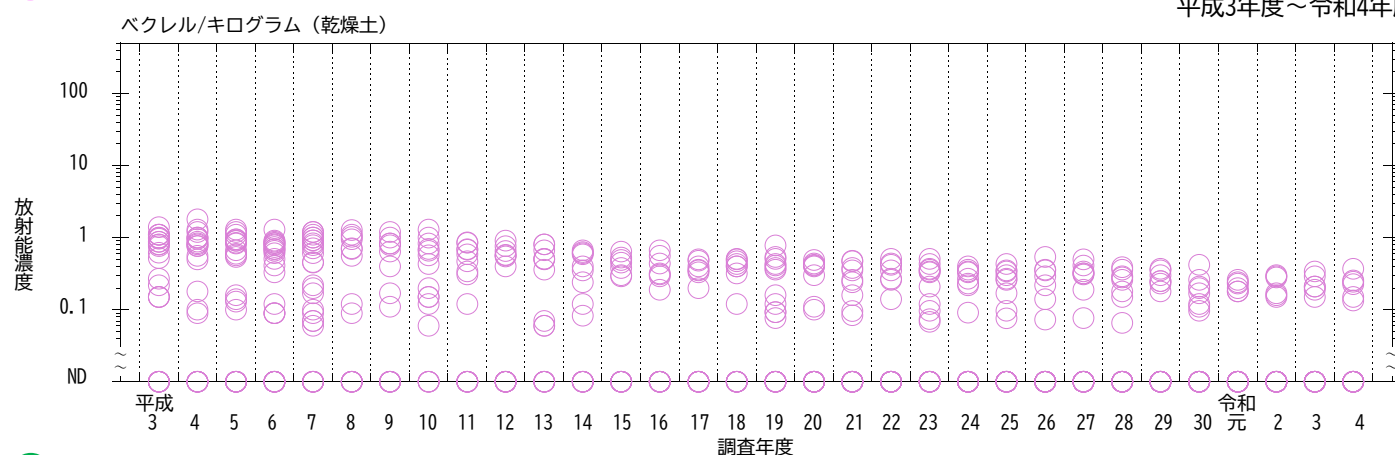
トリチウム分析における電解濃縮前に、減圧蒸留を行うための準備をしているところ

核燃料(原子燃料)サイクル施設沖合海域

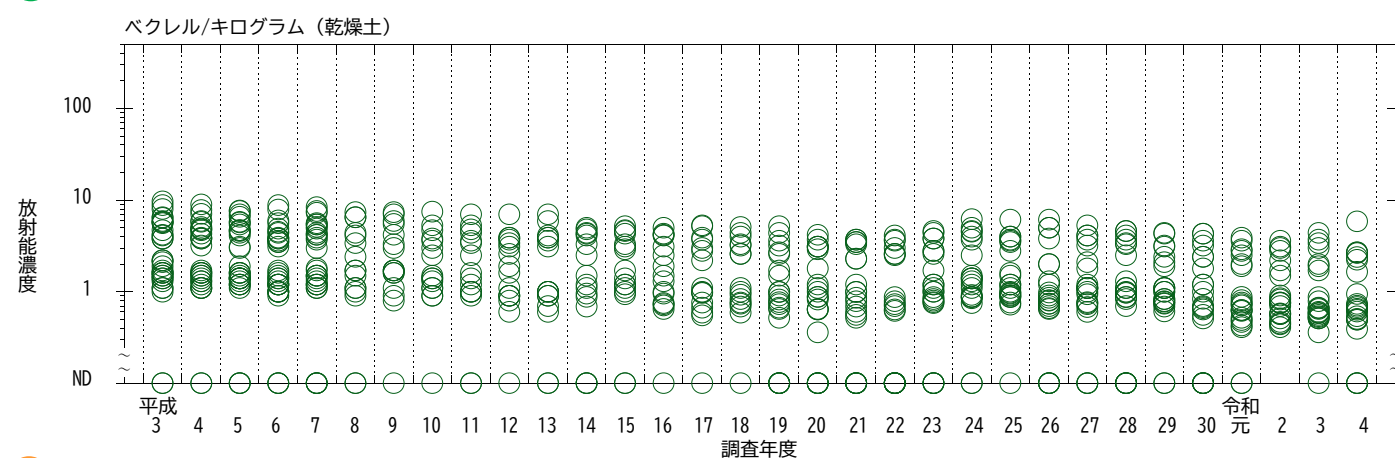


ストロンチウム-90

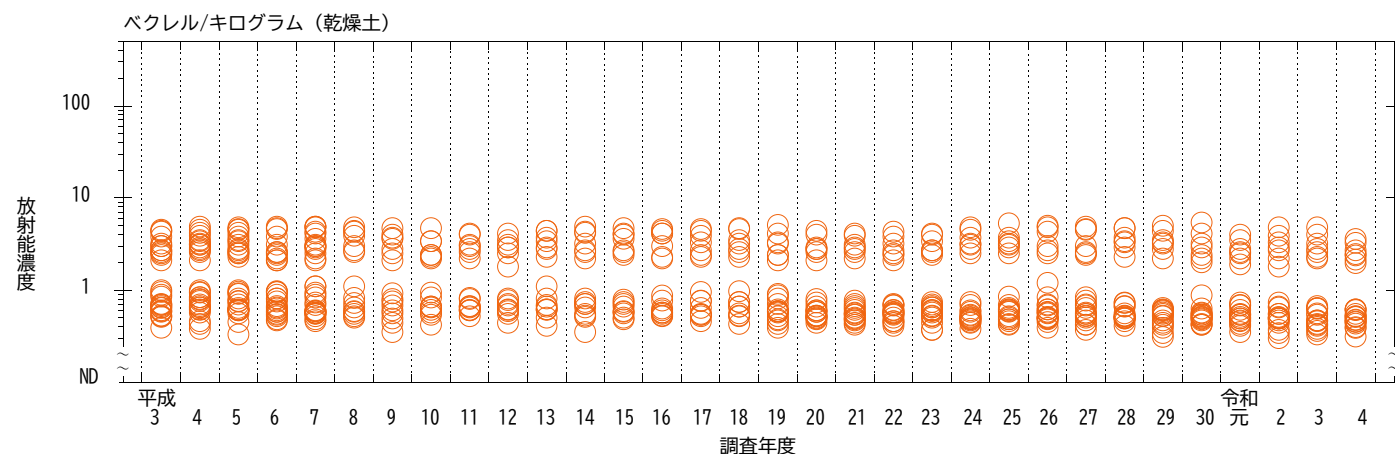
平成3年度～令和4年度



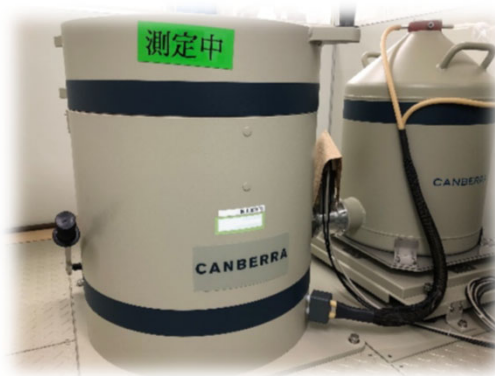
セシウム-137



プルトニウム-239+240



前処理を経た海底土試料を容器に詰めてガンマ線測定に供するための測定用試料を調製しているところ



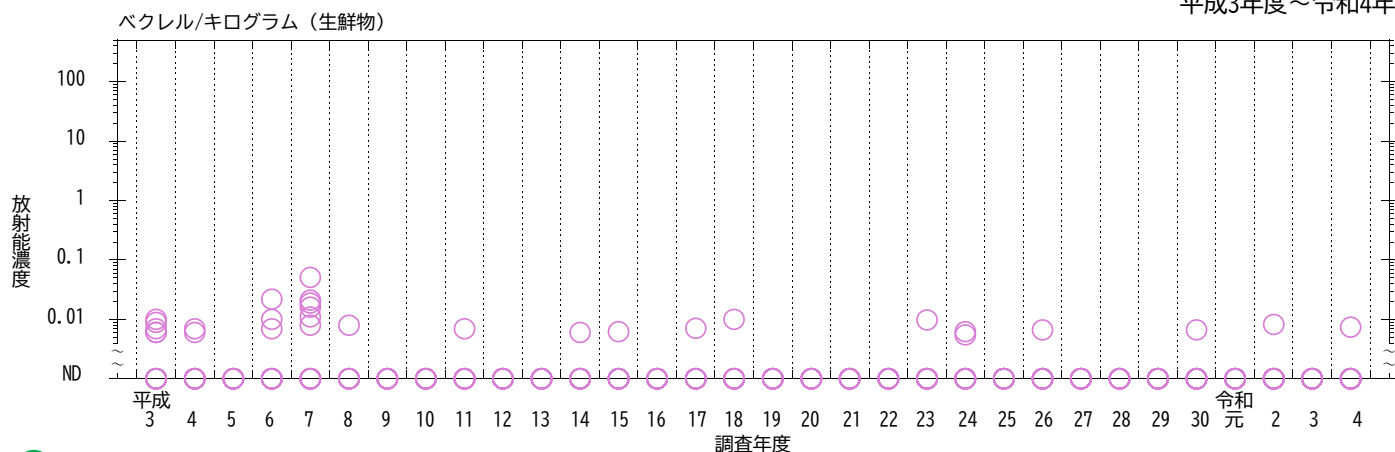
ガンマ線スペクトロメトリに用いる高純度ゲルマニウム半導体検出器(一例)。「測定中」の部分は鉛の遮蔽で、右は液体窒素デューワ容器

核燃料(原子燃料)サイクル施設沖合海域

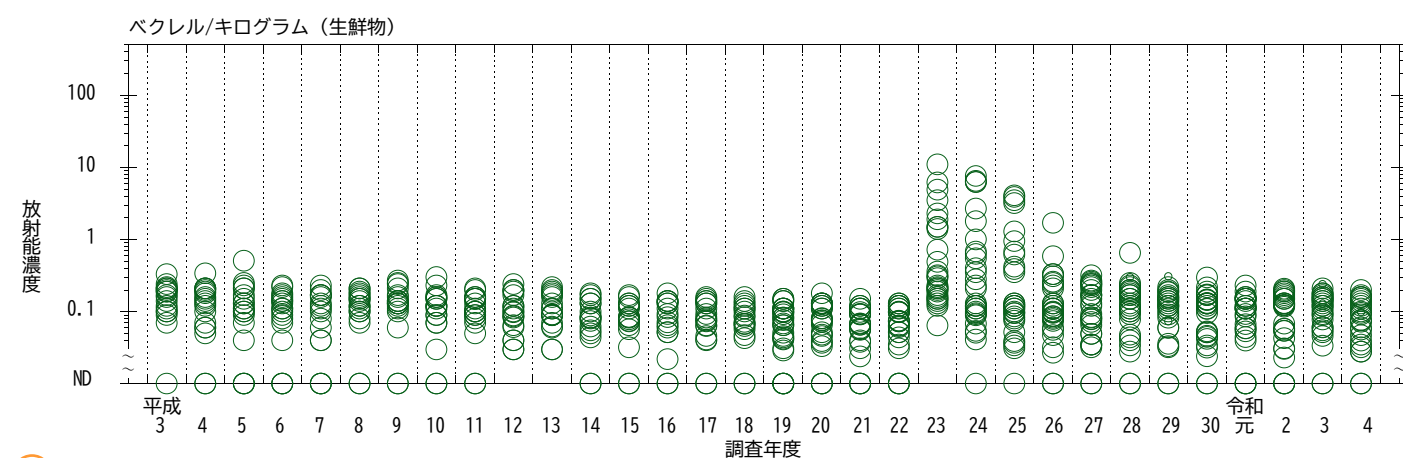


ストロンチウム-90

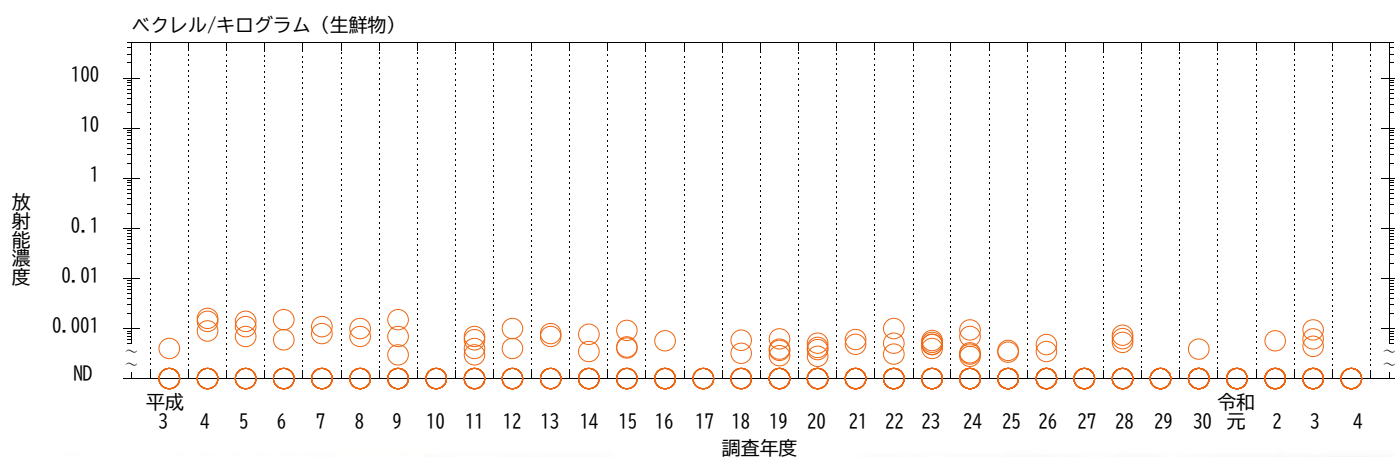
平成3年度～令和4年度



セシウム-137



プルトニウム-239+240



ストロンチウム-90を定量する際に用いる低バックグラウンドガスフローβカウンタ(一例)



プルトニウム-239+240分析での化学分離・精製に用いる陰イオン交換樹脂カラム(一例)

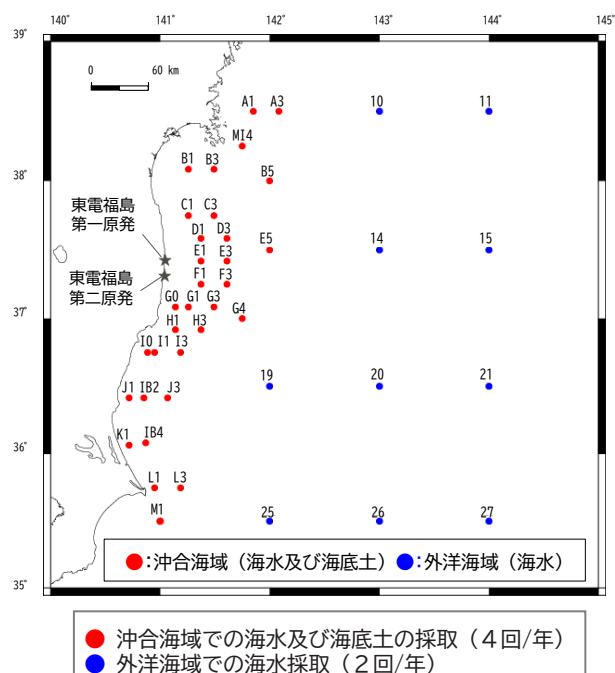
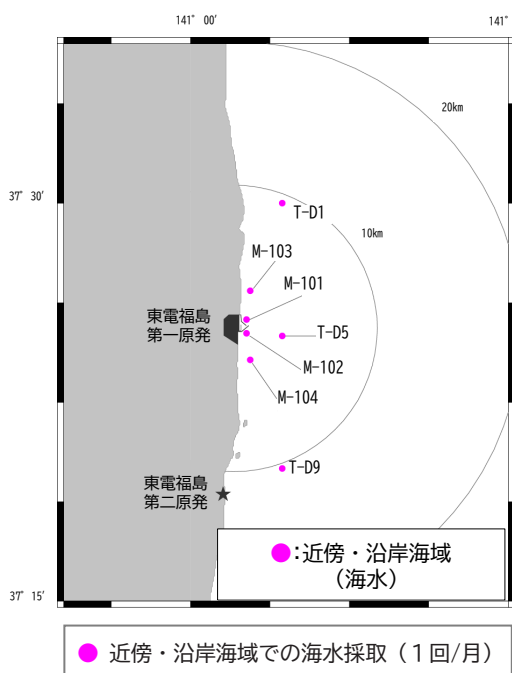
東京電力ホールディングス株式会社 福島第一原子力発電所周辺の海域モニタリング

平成23年3月11日に発生した東電福島第一原発事故に伴い、放射性核種が海洋環境へ放出されました。これらの放射性核種の放射能濃度や拡散状況について最新の情報を得るため、本事業では事故直後から令和3年度まで同発電所周辺の海域でトリチウム、ストロンチウム-90、セシウム-134及びセシウム-137などのモニタリングが行われていました（注）。

このパンフレットでは令和3年度までに外洋及び沖合海域（30km圏外）並びに近傍・沿岸海域（10km圏内）で採取した海水試料と、沖合海域で採取した海底土試料に含まれるセシウム-137についてモニタリング結果を記載しました。

（注）令和4年度より東電福島第一原発周辺の海域モニタリングは新たな事業（原子力施設等防災対策等委託費及び放射性物質測定調査委託費（総合モニタリング計画に基づく放射能調査）事業）の一環として実施されています。

令和3年度における海域モニタリングの観測点と採取試料



調査のために測点に向かう様子



測点M-101において表層水を採取を行っている様子

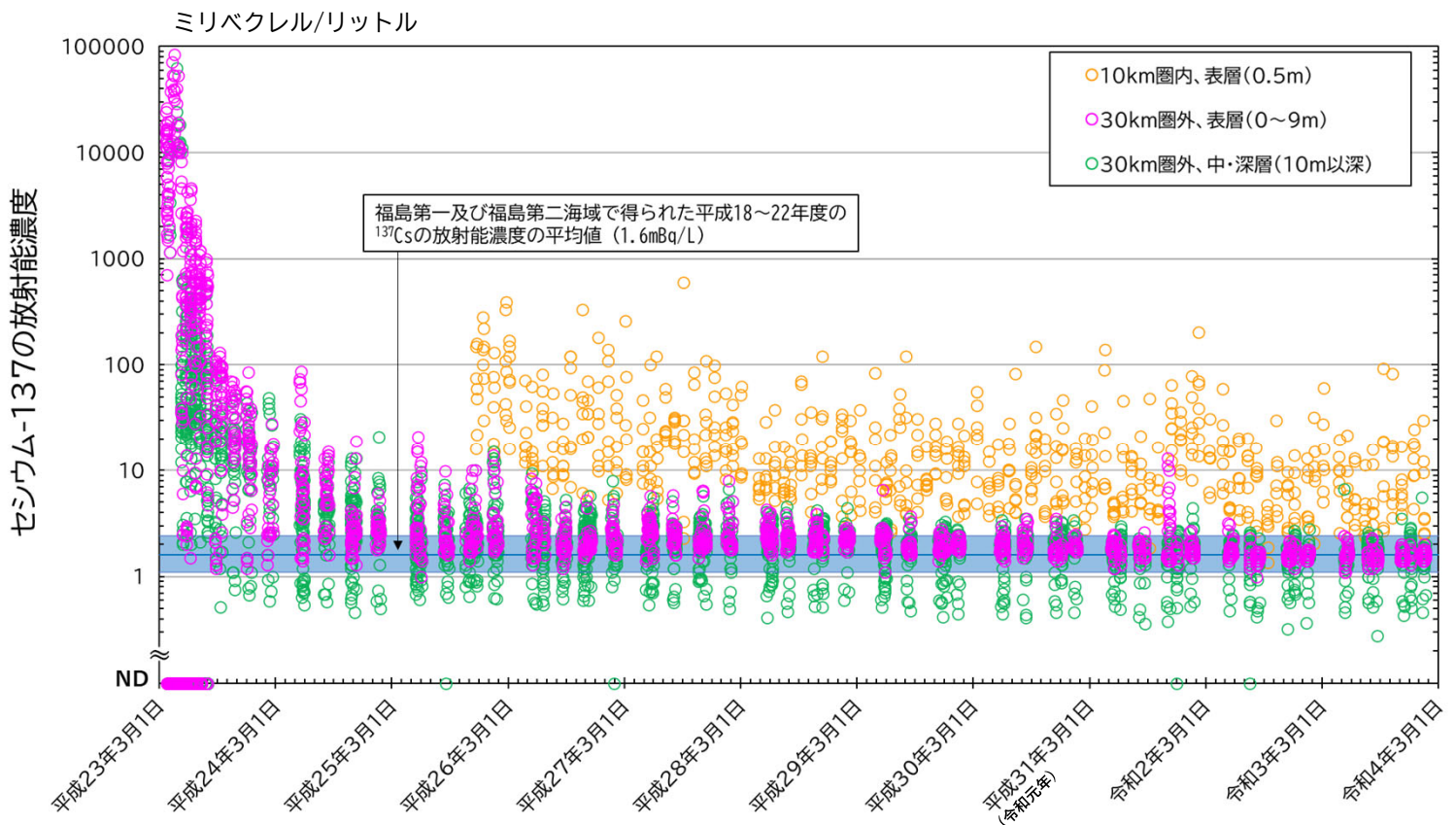
東京電力ホールディングス株式会社 福島第一原子力発電所周辺の海域モニタリング

海水試料

10km圏内の観測点で採取した海水試料に含まれるセシウム-137の放射能濃度は、同海域の調査を開始した平成25年以降緩やかな減少を示しています。令和3年度に得られた調査結果では30km圏外に比べておよそ一桁高い放射能濃度レベルにあります。

30km圏外の観測点で採取した海水試料に含まれるセシウム-137の放射能濃度は、事故直後の平成23年4月に表層で最大の186ベクレル／リットルを観測しましたが、その後、各深度（表層・中層・深層）ともに急激な放射能濃度の減少が認められ、平成24年以降は緩やかな減少傾向にあります。

令和3年度の観測結果では、事故前5年間に実施した調査結果で得た放射能濃度範囲（注）まで低下している観測点が多く見られました。なお、中・深層水において事故前の5年間に実施した調査結果で得た放射能濃度の範囲よりも低いレベルに数値があるのは、観測点や採取層の拡充及び検出下限値を下げた分析・測定方法の採用などにより、極めて低い放射能濃度のセシウム-137が検出されたことによります。



東電福島第一原発周辺海域で採取した海水試料に含まれるセシウム-137の放射能濃度の経年変化

（注）： ■帯の範囲は、宮城、福島第一、福島第二及び茨城海域(4海域、p17~19を参照)において、東電福島第一原発事故前5年間（平成18年度～22年度）に測定された海水（表層水）試料に含まれるセシウム-137の放射能濃度範囲（1.1～2.4ミリベクレル／リットル）を示しています。

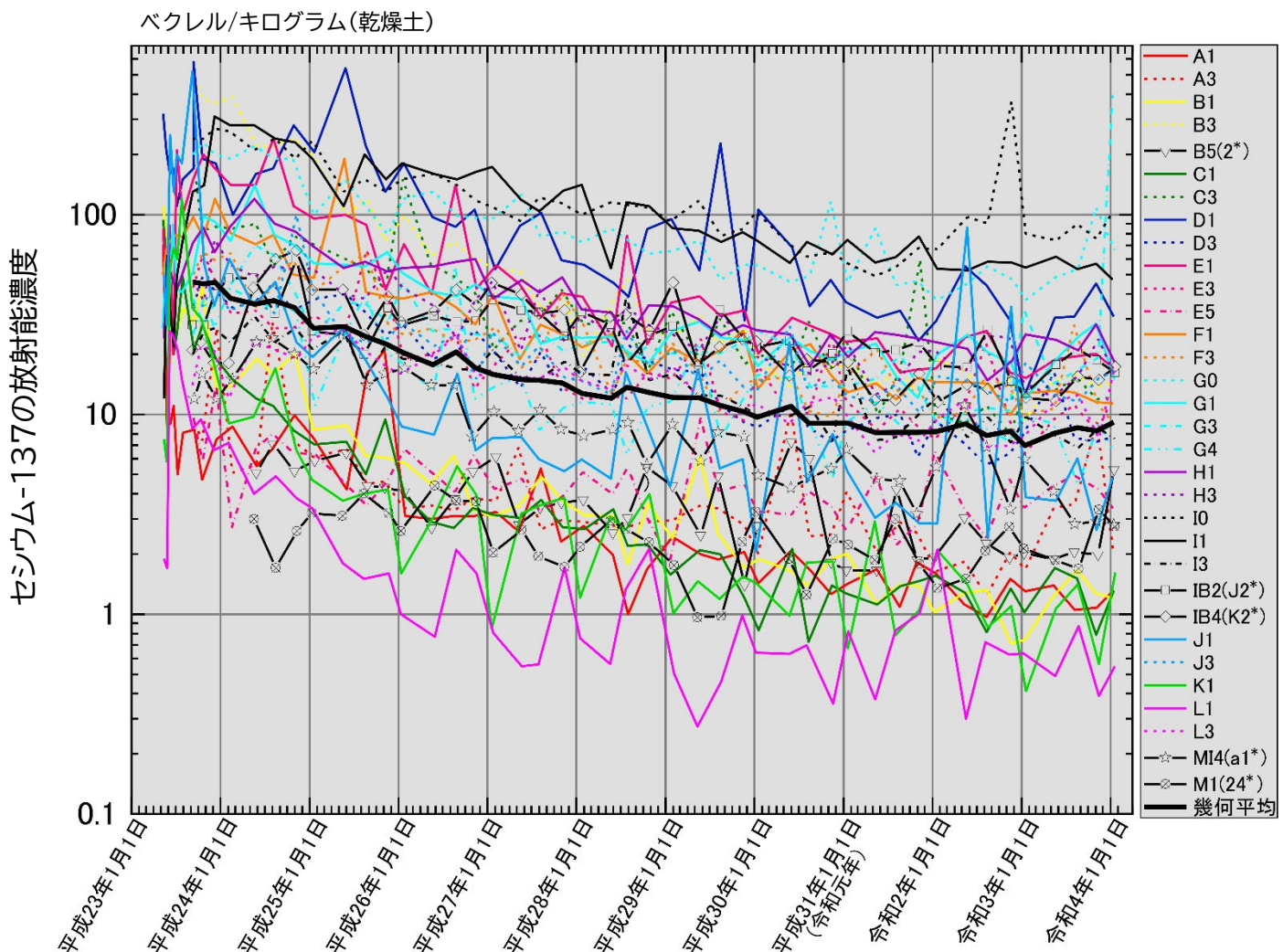
東京電力ホールディングス株式会社 福島第一原子力発電所周辺の海域モニタリング

海底土試料

東電福島第一原発事故前の5年間に宮城、福島第一、福島第二及び茨城の各海域において採取した海底土試料に含まれるセシウム-137の放射能濃度は、検出下限値以下から1.7ベクレル／キログラム（乾燥土）の範囲にありました。

事故直後、海底土試料に含まれるセシウム-137の放射能濃度は100ベクレル／キログラム（乾燥土）を超える観測点がありましたが、現在は全体的に減少傾向にあります。

全観測点の平均値は、平成23年10月に47ベクレル／キログラム（乾燥土）でしたが、令和4年1月には9.1ベクレル／キログラム（乾燥土）と、概ね5分の1まで減少しました。



東電福島第一原発周辺海域で採取した海底土試料に含まれるセシウム-137の放射能濃度の経年変化

(注)：右側の英数字は観測点名を示します。黒い太線は平均値（幾何平均）を示します。

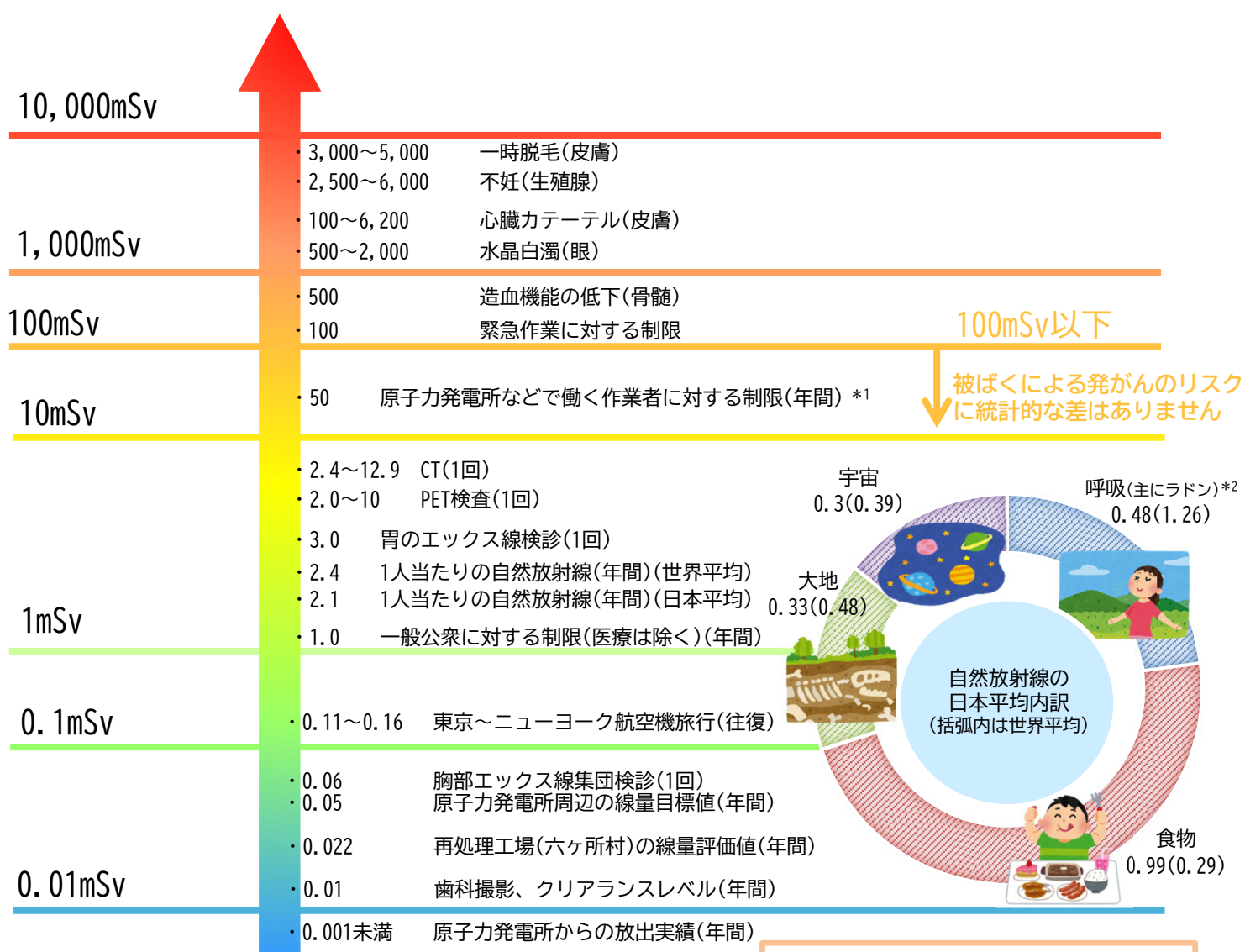
*国の総合モニタリング計画に従って、平成24年度より、観測点a1、J2及びK2は、それぞれMI4、IB2及びIB4に
平成25年度より、観測点2、24は、それぞれB5、M1に変更されています。

(<http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/list/204/list-1.html>)

日常生活と放射線の関係とは？

私たちは日常の生活を送るなかで絶えず放射線を受けています。それらの放射線の由来は、宇宙からの宇宙線、大気・土壌・海水・河川水などの環境に含まれる放射性核種から出る放射線です。このような放射線の由来となる放射性核種は、地球誕生以来存在するカリウム-40 (^{40}K)、ウラン (U)、トリウム (Th) などの他に、核爆発実験や原子力発電所の運転などで生じるストロンチウム-90 (^{90}Sr)、セシウム-137 (^{137}Cs)、プルトニウム-239+240 ($^{239+240}\text{Pu}$) などがあります。極めてわずかな量ではありますが、いずれも魚や米や野菜に含まれており、これらを食べることにより健康影響には全く問題ないものの、放射線を受けることになります。

日常生活と放射線



(注) 数値は有効数字などを考慮したおよその数値
カラーの横線は、ひとつ上がる度に10倍増加する目盛り(対数軸という)を表します

*1 発電所などで働く作業員に対する線量は5年につき100ミリシーベルトかつ、1年につき50ミリシーベルトを超えない
*2 空気中に存在する天然の放射性物質

体内や食物の中にも 自然放射性核種は含まれているの？

水道水や井戸水、米、野菜、肉、魚など、私たちが日常、飲んだり食べたりしているものにも自然由来の放射性核種がわずかながら含まれています。したがって、私たちは食事をしたり水を飲んだりし、併せて体外に排出する一連の代謝により、これらの放射性核種を体内に取り込み、また排出を絶えず行っています。

飲食物に含まれる自然由来の放射性核種から受ける放射線の線量は、日本人の場合、1年間に平均して約0.99ミリシーベルトになります。そのおよそ20%はカリウム-40に由来するものと言われています。

ヒトの体に含まれる自然放射性核種とその放射能

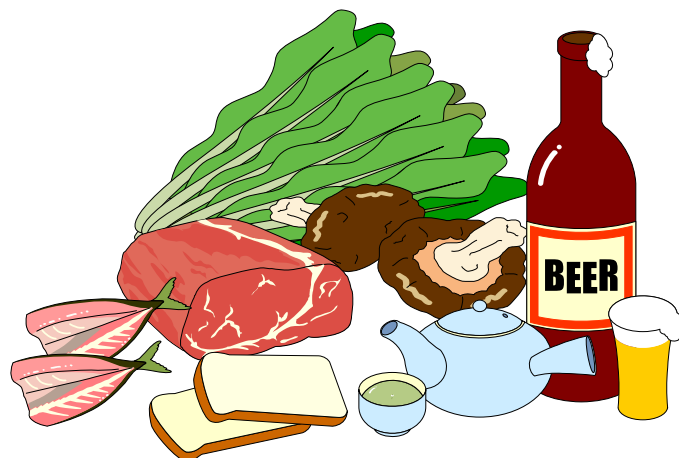
(体重60キログラムの日本人の例)

カリウム - 40 (^{40}K)	約4,000ベクレル
炭素 - 14 (^{14}C)	約2,500ベクレル
ルビジウム - 87 (^{87}Rb)	約500ベクレル
鉛 - 210 (^{210}Pb)、 ポロニウム - 210 (^{210}Po)	約20ベクレル

(参考) 飲食物に含まれるカリウム - 40の放射能濃度の例

(ベクレル/キログラム)

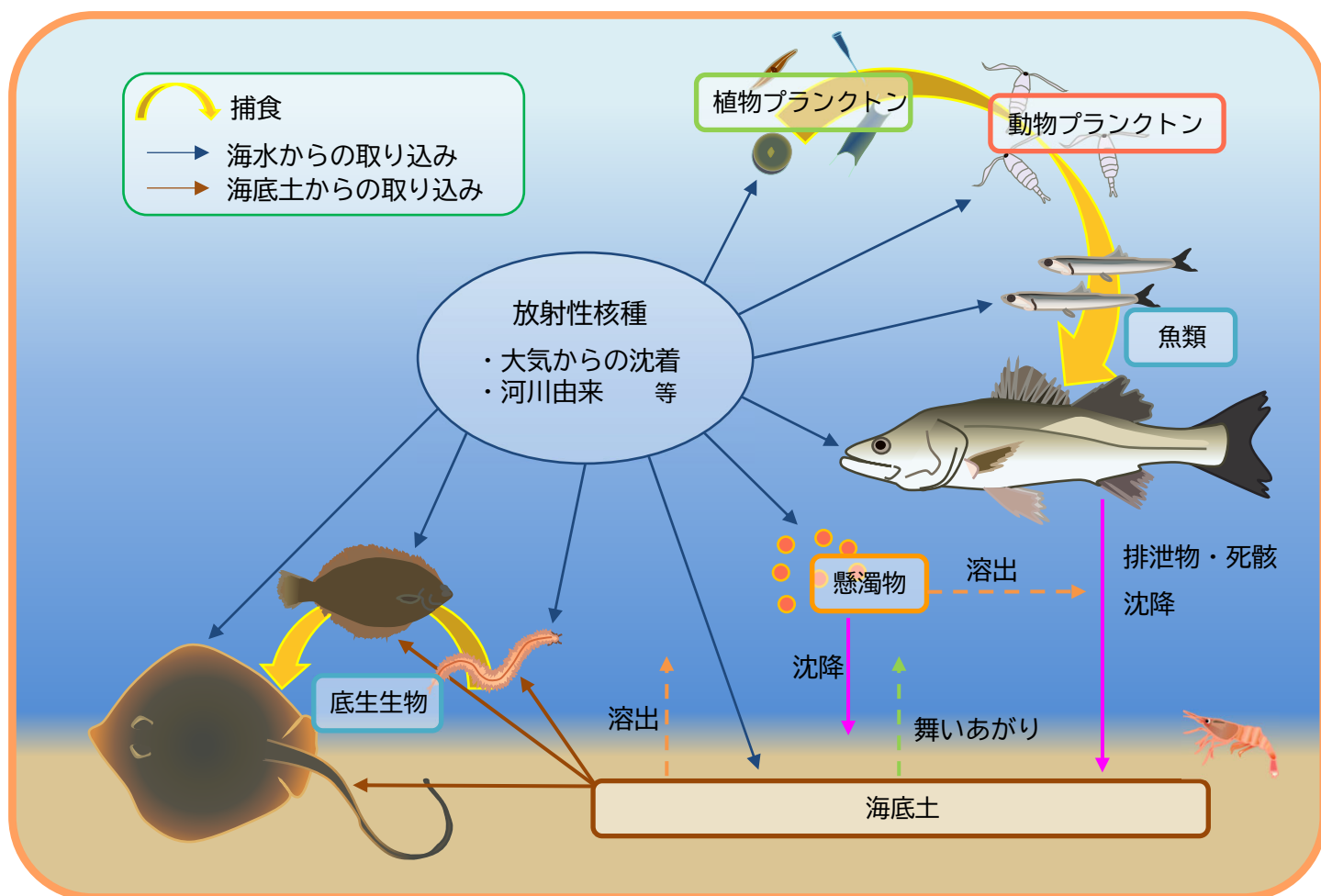
米	30	お茶	600
食パン	30	ポテトチップス	400
魚	100	清酒	1
牛肉	100	ビール	10
牛乳	50	ワイン	30
ドライミルク	200		
ほうれん草	200		
干椎茸	700		
干昆布	2,000		
生わかめ	200		



放射性核種は 海の中でどのように動く？

人類の活動により生じた放射性核種は大気や河川を通して海洋へ入り、時を経て外洋または深層に拡散しながら希釈され、海洋環境に存在する自然放射性核種とともに存在しています。海洋表層にいる植物プランクトンやそれを捕食している動物プランクトンは海水中に溶けている放射性核種を体内に取り込みます。その後植物プランクトン～動物プランクトン～魚類とつながる一連の食物連鎖により放射性核種は生体間を移行すると同時に、海水からもさらに生体内に取り込まれます。生体内の放射性核種は排泄物や死骸とともに、懸濁物として海洋表層から深層に運ばれます。また、懸濁物が沈降する際には海水から放射性核種が吸着したり、逆に一部はバクテリアにより分解されて、放射性核種が海水に戻って行く（溶出する）こともあります。残りは海底に積もり、海底土の一部となります。その後も、海底から放射性核種が溶出することや懸濁物として舞いあがることもあります。

海洋における放射性核種は、放射壊変しつつ、上記のプロセスを経て最終的には海水から除かれていきますが、各々の変化速度や存在量は異なります。つまり、元素としての性質を反映して水に溶けやすいものは、海水とともに海洋中を動き長く海水中に留まったり、懸濁物に吸着しやすいものは速やかに海水から除かれ海底に堆積したり、生物に取り込まれやすいものは生体内に比較的長く留まる傾向があります。



海洋中の放射性核種の動きの概念図

トリチウムとは？

トリチウムは自然界にも存在する水素の仲間(同位体)です。その生成方法は様々で、自然界では宇宙からの放射線が、空気中にある窒素や酸素とぶつかり合い生成されます。そのため、空気中だけでなく雨水や水道水、海水にも含まれていたり地球上のどこにでも存在します。

原子力発電所の原子炉内で生成されるトリチウムは、原子炉の冷却水に用いられている水の中に含まれている重水素が中性子を吸収することで生成されたり、冷却水に添加しているホウ素やリチウムが中性子を吸収する際の副産物として生成されたり、核燃料に使われているウラン等の核分裂によっても生成されます。

私達がトリチウムから放出されるベータ線を外から受けた場合、そのベータ線は皮膚の表面で止まってしまうため、人体への影響は非常に小さいとされています（p4、ミニ解説を参照）。また、空気中のトリチウムを呼吸により取り込んだり、水や食品等に含まれるトリチウムを口から摂取した場合、その多くは新陳代謝により体外にすみやかに排出されます。



海水に含まれるトリチウムはどのように分析するの？

海水に存在するトリチウムは極めて量が少ないため、効率よく検出するためには、試料に含まれる水素のうち、トリチウムが占める割合を増やすために濃縮する操作が必要となります。

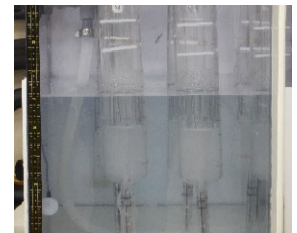
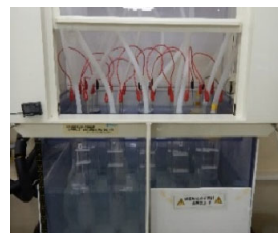
1 減圧蒸留

海水に含まれる有機物を分解、脱塩します。



2 電解濃縮

試料水に通電(電気分解)することで、同位体効果を利用し、トリチウムの濃縮を行います。



3 常圧蒸留

得られた試料水に試薬を加えて中和し、蒸留します。



4 測定

試料水とシンチレータ*1を混合し、液体シンチレーションカウンタ*2でベータ線の測定を行います。



*1 ベータ線等の放射線にあたると、蛍光を発光する物質の総称

*2 放射線とシンチレータとの反応による蛍光の数を数えることで、放射線の計測を行う



高い波浪が残る中、調査のために測点に向かう様子

このパンフレットは、原子力規制委員会原子力規制庁から受託した令和4年度原子力施設等防災対策等委託費（海洋環境における放射能調査及び総合評価）事業の一環で公益財団法人海洋生物環境研究所が作成したものです。

お問い合わせ

公益財団法人海洋生物環境研究所
〒162-0801 東京都新宿区山吹町347 藤和江戸川橋ビル7階
TEL. 03-5225-1161/FAX. 03-5225-1160
ホームページ. <https://www.kaiseiken.or.jp/>



公益財団法人
海洋生物環境研究所

令和5年3月