

グループ名 ・代表者名	いわき放射能市民測定室たらちね 織田 好孝	助成金額	2015年1月 ～2019年12月 <b>500万円</b>
連絡先など	tarachie@bz04.plala.or.jp		
助成のテーマ	たらちねβ線放射能測定プロジェクト		

**【調査研究の概要】**

- ・2014年からベータ線核種であるストロンチウム90とトリチウムの測定にも着手した。ストロンチウム90やトリチウムはガンマ線を放出する性質がなく、ベータ線をとらえることしか測定する方法がないため、設備も大掛かりなものを必要とし、分析の技術も難しいものである。
- ・現在は、ストロンチウム90、トリチウム自由水、トリチウム組織結合水の測定を行っている。試料は一般の人々が持つ食品や土壌、資材、水などの他に、福島原発沖1.5km地点の海水や魚の測定を行っている。2016年は、海水と骨の分析の技術の構築も行い、測定試料の種類が大きく広がった。
- ・測定してみてわかったことは、私たちの庭先にもストロンチウム90は存在し、一般食品の中にも含まれていることである。カルシウムなどの栄養価が高いほど、ストロンチウム90をとりこみやすく、それらのストロンチウム90が含まれた素材を使用した加工品が全国に流通していることもわかった。

**【調査研究の経過】**

2016年

- 1月 檜葉の土壌、缶詰用鮭、煮干し、わかめ、牡蠣等測定。環境測定研究会（つくば）での発表の準備を開始した。ストロンチウム90測定：4件／トリチウム測定：13件
- 2月 松の葉、めかぶ、白鮭、あさり等測定。環境測定研究会（つくば）での発表の準備完了。  
ストロンチウム90測定：4件／トリチウム測定：10件
- 3月 水、海水の分析検討継続。環境測定研究会つくばで発表。次年度測定計画検討。  
ストロンチウム90測定：1件／トリチウム測定：7件
- 4月 ストロンチウム90測定：0件／トリチウム測定：5件
- 5月 ストロンチウム90測定：1件／トリチウム測定：5件  
5月29日：たらちね測定報告会&小豆川勝見講演会  
「後世につなげる測定 - 5年間の放射性ストロンチウムと放射性セシウムから見えてくるもの」
- 6月 ストロンチウム90測定：2件／トリチウム測定：5件。6月18日：海洋調査
- 7月 ストロンチウム90測定：3件／トリチウム測定：4件、ベータラボサポート会議実施  
7月2日：鈴木譲講演会  
「放射能汚染地域の生き物たちは健康なのだろうか？ - ため池でのコイ調査の結果を中心に」
- 8月 ストロンチウム90測定：4件／トリチウム測定：5件
- 9月 ストロンチウム90測定：1件／トリチウム測定：3件  
9月3日：海洋調査
- 10月 ストロンチウム90測定：4件／トリチウム測定：1件
- 11月 ストロンチウム90測定：3件／トリチウム測定：4件、ベータラボサポート会議実施  
11月20日：西尾正道講演会「放射線の光と影を正しく知る」
- 12月 ストロンチウム90測定：6件／トリチウム測定：4件  
12月10日：たらちね測定報告会&高垣洋太郎講演会「遺伝と環境と健康」

**【今後の展望など】**

- ・専門的知識と人材育成については、この2年間の測定活動の積み重ねで他の女性職員のスキルも上がり、「市民が測ることができるβ線核種のラボ」という形が定着しつつある。今後も測定技術の研鑽を継続する。

会計報告書の概要 (金額単位：千円)			充当した資金の内訳		
支出費目	内 訳	支出金額	高木基金の 助成金を充当	他の助成金 等を充当	自己資金
機材・備品費	フィンランド Hidex 社製 300SL-SLL 全自動 TDCR 液体シンチレーションカウンター一式	10,692	5,000	5,692	0
合 計		10,692	5,000	5,692	0

**参考文献 (ウェブサイトや書籍、成果物など)**

- ・いわき放射能市民測定室 たらちね <http://www.iwakisokuteishitu.com>

# たらちねβ線放射能測定プロジェクト



いわき放射能市民測定室たらちねベータラボ  
天野光、鈴木薫、木村亜衣、根本富実子、上遠野宏美

# 2016年度 たらちねβラボ事業報告

福島原発事故炉からは、現在も放射性セシウム、トリチウム、ストロンチウム90などの放出が続いている。2015年4月にベータラボをオープンして以来3年目を迎え、技術的課題のいくつかを解決した。トリチウム及びストロンチウム90分析法の簡略化・高精度化を行い、海水・骨中Sr-90分析法を確立した。

依頼測定についてトリチウムの59試料、ストロンチウム90の42試料を分析した。

## ・トリチウムの測定

依頼測定に加え、組織結合型トリチウムのクロスチェック他を行った。

主な試料の種類: 野菜、植物、魚、海水

## ・ストロンチウム90 (Sr-90) の測定

依頼測定に加え、ストロンチウム90分析法の簡略化、海水中Sr-90簡易分析法の開発、骨中Sr-90簡易分析法の開発を行った。

2016年度測定数 42試料

主な試料の種類: 野菜、植物、魚貝類、缶詰、海水、海底土、畑土、山水



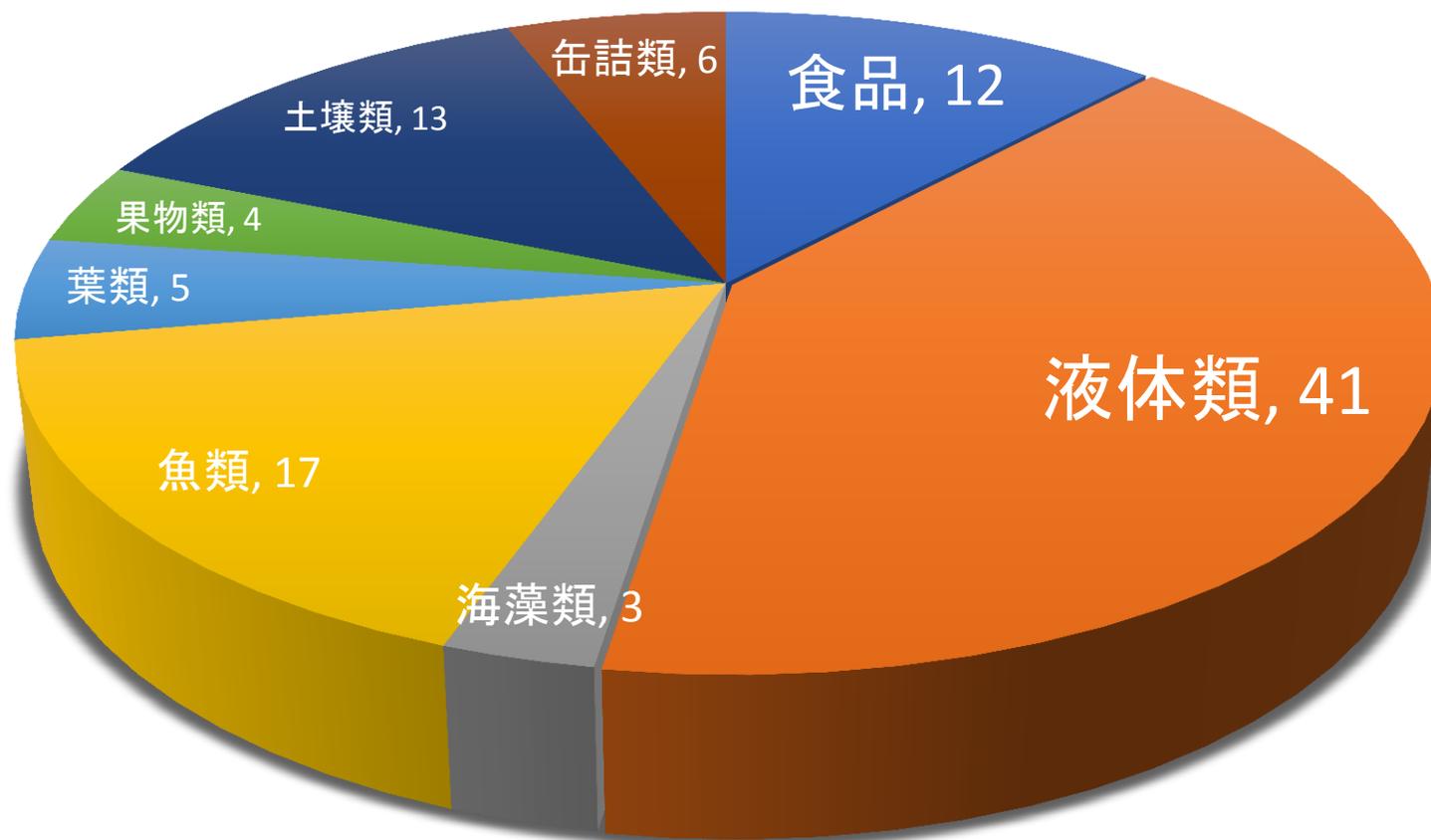
# 海洋調査

いわき市漁業協同組合、ボランティアのご協力を得て、本年度は3回の海洋調査を実施

第3回2016年6月、第4回9月、第5回2017年2月 F1沖1.5km地点、いわき沖3km地点で行った。



# 2016年4月から2017年3月まで測定完了 総検体数 101



■食品 ■液体類 ■海藻類 ■魚類 ■葉類 ■果物類 ■土壌類 ■缶詰類 ■

# 組織結合型トリチウム

- 水や蒸気の形で放出されたトリチウムは生物の体の中に入るとその1部は、炭素などと結合し、組織結合型トリチウム(OBT)に変わる
- 組織結合型となったトリチウムは、なかなか体の外に排出されず、自由水型トリチウムと比べ、4倍から50倍滞留時間が長いとされている
- 生体の場合は、生物学的半減期が約40日間である
- 水に溶けない性質があり、 $\beta$ 崩壊でヘリウムに置き換わり、DNA、RNA、タンパク質、酵素など弱いエネルギー(18.6keV)でもダメージを受ける可能性がある。

# 組織結合型トリチウム前処理法



- ①試料を乾燥機で乾燥する(60℃に設定 約3日間)
- ②乾燥した試料の内、15gを高速燃焼装置で燃焼する
- ③燃焼水を、ドライアイスを用いたコールドトラップで捕集する  
※②③を燃焼水、約15ml回収できるまで繰り返す

- ④捕集した燃焼水のPHを確認、酸性の場合は炭酸ナトリウムを加えPHを調整
- ⑤丸底フラスコ内に燃焼水と酸化剤を入れ、マントルヒーター内を200度に保つ
- ⑥冷却器に冷却水を流す
- ⑦10時間～15時間還流を行う
- ⑧還流蒸留後、蒸留水を回収
- ⑨得られた蒸留水のPH確認



- ⑩蒸留水を分光光度計測定し、有機物の残留量を確認  
※有機物残留量目安 0.32(A)以下
- ⑪得られた蒸留水に、カクテル材を混ぜ液体シンチレーションカウンターにて測定

# 試験に用いた試料について

カナダ在住の方の協力のもと、ピッカリング原子力発電所周辺の公園で採取したバルサムモミの球果



# 分析方法の比較

## 測定機関A

●無トリチウム水で、2回洗浄ののち  
60°Cで乾燥

**真空凍結乾燥**を行った試料を、文科  
省マニュアル通りの燃焼装置で燃焼  
燃焼水を還流蒸留ののち、蒸留水中  
トリチウムを液シンで測定

試料中水素量は、**元素分析計MT-6**  
で評価

●たらちね

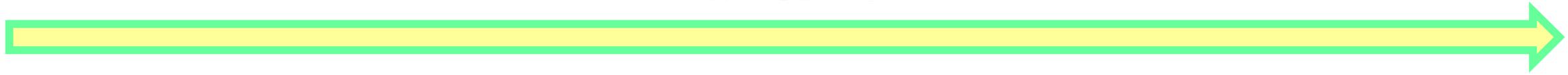
●無トリチウム水で、2回洗浄ののち  
60°Cで乾燥

●**乾燥試料30g乾**を高速燃焼装置で  
燃焼

●燃焼水を還流蒸留ののち、蒸留水中  
トリチウムを液シンで測定

●回収水の量により、**試料中水素量**を  
評価

# 比較結果



試料名	測定機関	回収水の放射能濃度	乾燥重量あたりの放射能濃度
カナダ オンタリオ州周辺 バルサムモミの 球果 2016年6月 採取	A	255.4 ± 2.1 Bq/L	143.3 ± 1.2 Bq/Kg乾
	たらちね	282.6 ± 5.8 Bq/L	123.3 ± 2.2 Bq/Kg乾

# 燃焼水の回収率確認

グルコース  $C_6H_{12}O_6$  分子量 1801.6

10g燃焼時 回収率100%で 6.03gの燃焼水回収と仮定

回収できた燃焼水 5.3g (2回燃焼時の平均)

よって 回収率 87.9%

● 馬尿酸  $C_6H_5CONCH_2\cdot COOH$  分子量 179.17

● 10g燃焼時 回収率100%で 4.02gの燃焼水回収と仮定

● 回収できた燃焼水 3.75g (2回燃焼時の平均)

● よって 回収率 93.3%

## まとめ

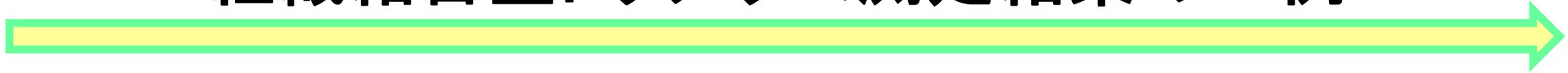
●グルコース。馬尿酸の回収率から平均を出し、燃焼水の回収率を91%とした

全量が回収できていなかったことから、たらちねでは測定結果に回収率の補正をすることとした

## 結果

試料名	測定機関	回収水の放射能濃度	乾燥重量あたりの放射能濃度
カナダ オンタリオ州周辺 バルサムモミの球果 2016年6月 採取	A	255.4±2.1Bq/L	143.3±1.2Bq/Kg乾
	たらちね	282.6±5.8Bq/L	123.3±2.2Bq/Kg乾 135.6±2.2Bq/Kg乾(補正)

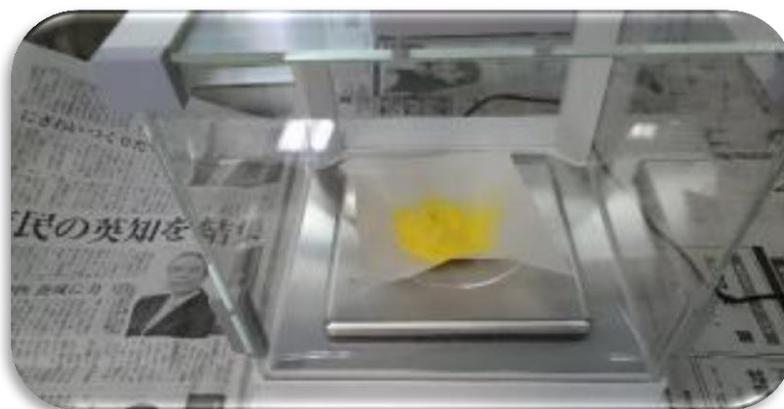
# 組織結合型トリチウム測定結果の一例



試料名	採取地	採取日	放射能濃度	不確かさ	検出下限値
松ぼっくり	カナダ	2016年6月	124.8Bq/Kg乾	±2.58Bq/Kg乾	1.92Bq/Kg乾
アイナメ	福1周辺	2016年6月	3.27Bq/Kg乾	±2.01Bq/Kg乾	1.82Bq/Kg乾
アイナメ	いわき沖	2016年1月	検出下限値以下	—	2.84Bq/Kg乾
柚子	いわき市	2015年12月	検出下限値以下	—	2.37Bq/Kg乾
大根	いわき市	2015年12月	検出下限値以下	—	2.38Bq/Kg乾
ほうれん草	いわき市	2015年12月	検出下限値以下	—	1.78Bq/Kg乾
柿	いわき市	2015年11月	検出下限値以下	—	2.84Bq/Kg乾

水中放射性セシウム測定のため

# リンモリブデン酸アンモニウム吸着捕集法



従来法：検出下限値

1リットル＝約5Bq/L

新法：検出下限値

20リットル＝約0.06Bq/L

# リンモリブデン酸アンモニウム測定結果一例

試料名	採取地	採取月	放射能濃度	不確かさ	検出下限値
海水	福島第1F周辺	2016年6月	0.07Bq/L	±0.05Bq/L	0.05Bq/L
海水	福島第1F周辺	2016年6月	0.05Bq/L	±0.05Bq/L	0.05Bq/L
海水	福島第1F周辺	2016年9月	0.11Bq/L	±0.06Bq/L	0.06Bq/L
海水	福島第1F周辺	2016年9月	0.11Bq/L	±0.06Bq/L	0.06Bq/L
井戸水	大熊町	2016年8月	検出下限値以下	—	0.06Bq/L
水道水	福島市	2016年9月	検出下限値以下	—	0.06Bq/L
沢水	いわき市	2016年12月	検出下限値以下	—	0.07Bq/L

# ストロンチウム90測定の目的

放射性セシウムや放射性ヨウ素・トリチウム等と並んで、原発事故で飛散された主な放射性核種にストロンチウム90があります。

ストロンチウム90は、カルシウムと化学的性質が類似しており、体内で骨に蓄積され、がん等を引き起こす恐れがあります。ガンマ線を発する放射性セシウムに対し、ストロンチウム90はトリチウム同様ベータ線しか放出しないので、測定が困難です。

現在、福島県に普及しているNaIシンチレーション検出器やゲルマニウム半導体検出器は、ガンマ線測定器なので、ベータ線しか放出しないストロンチウム90の測定はできません。

たらちねでは、ベータ線測定のできる高感度の放射能測定器である液体シンチレーションカウンターを導入しました。

# ストロンチウム90分析法の開発

## 環境試料及び骨中簡易迅速分析法

分析フローシート： 前処理 乾燥 (60℃) ・灰化 (600℃ ×2~3 日)  
→ 酸抽出 (硝酸、塩酸)  
→ 水酸化鉄沈殿 → シュウ酸塩 (1~2 回) →  
(UTEVA2+DGA) レジン抽出処理 →  
DGA レジンからイットリウム溶出 →  
液体シンチレーション計数装置でイットリウムからのチェレンコフ光  
測定 (精密測定)

## 海水中ストロンチウム90簡易迅速分析法

分析フローシート： 前処理 海水試料 (20L)  
→ 水酸化物沈殿 →  
(UTEVA2+DGA) レジン抽出処理 →  
DGA レジンからイットリウム溶出 →  
液体シンチレーション計数装置でイットリウムからのチェレンコフ光  
測定 (精密測定)

# 抽出クロマトグラフィーレジニン処理ののち 液体シンチレーションカウンターにて測定



# UTEVA2+DGA処理での回収率

試料名	Y-90の回収率 (%)	安定Yの回収率
IAEA-330ほうれん草	101%	92%
IAEA-156クローバー	88%	102%
NIST-4354河底土	46%	61%
JSAC-0785魚骨	82%	99%
IAEA-443海水	87%	87%

# 実際の試料の 安定Yの回収率

桑の葉パウダー(二本松市)	86%
鮭缶	88%
カレイ(魚肉)	86%
鮭 (魚肉)	84%
ほんだし	85%
アイナメ(骨)	85%
海底土	91%
F1 沖海水	91%
F1 沖海水	92%

# ストロンチウム90測定の一例



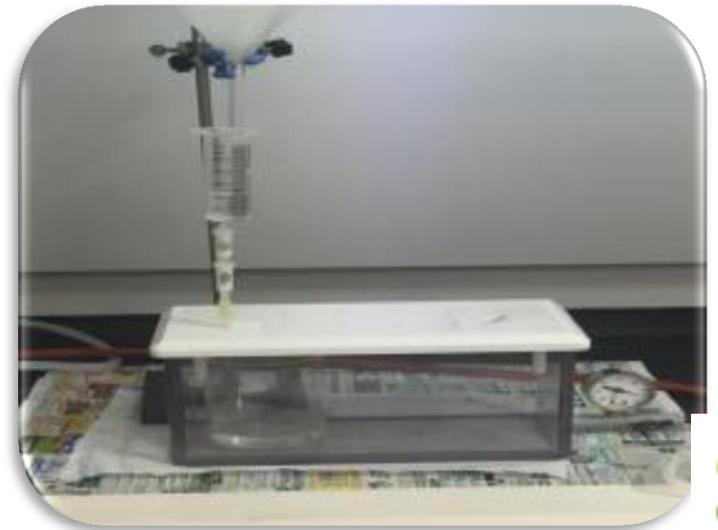
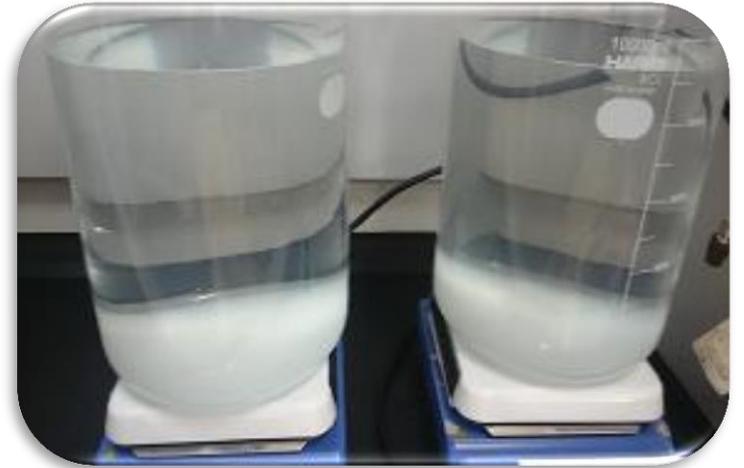
試料名	採取地	採取月	放射能濃度	不確かさ	検出下限値
ツナ缶	太平洋沖	2016年6月	検出下限値以下	—	0.26Bq/Kg乾
生牡蠣	宮城県	2016年1月	検出下限値以下	—	0.13Bq/Kg乾
松の葉	カナダ	2015年12月	検出下限値以下	—	2.31Bq/Kg乾
煮干し	鳥取県	2015年12月	検出下限値以下	—	
桑の葉	福島県二本松	2016年4月	3.30Bq/kg乾	±0.07Bq/kg乾	0.25Bq/Kg乾
鮭(身のみ)	オホーツク海	2016年1月	検出下限値以下	—	0.15Bq/Kg乾
鮭缶	アメリカ製	2015年12月	検出下限値以下	—	0.24Bq/Kg乾
メバル(骨)	福島第一原発沖	2015年12月	1.46Bq/kg乾	±0.09Bq/kg乾	0.24Bq/Kg乾
たばこ	不明	2015年11月	1.88Bq/kg乾	±0.04Bq/kg乾	0.14Bq/Kg乾

# マイクロウェーブ 試料分解装置による 試料分解法

2014年9月にたらちねに設置したマイクロウェーブ試料分解装置は、ICP質量分析法や原子吸光分析法などにて、測定を行うためには水溶液であることが必要です。マイクロウェーブ分解装置は、家庭用電子レンジと同様に、マイクロ波を照射して、容器内の試料を高圧下で直接加熱することで、固体試料や油試料を水溶液化する装置です。耐薬品性に優れたテフロン製容器内に試料、試薬(酸など)を入れ、マイクロ波を照射すると、マイクロ波エネルギーの吸収により、水分子が振動して、その摩擦熱により、容器内の温度と圧力が上昇することで酸分解が促進され、短時間で水溶液化を行うことができます。

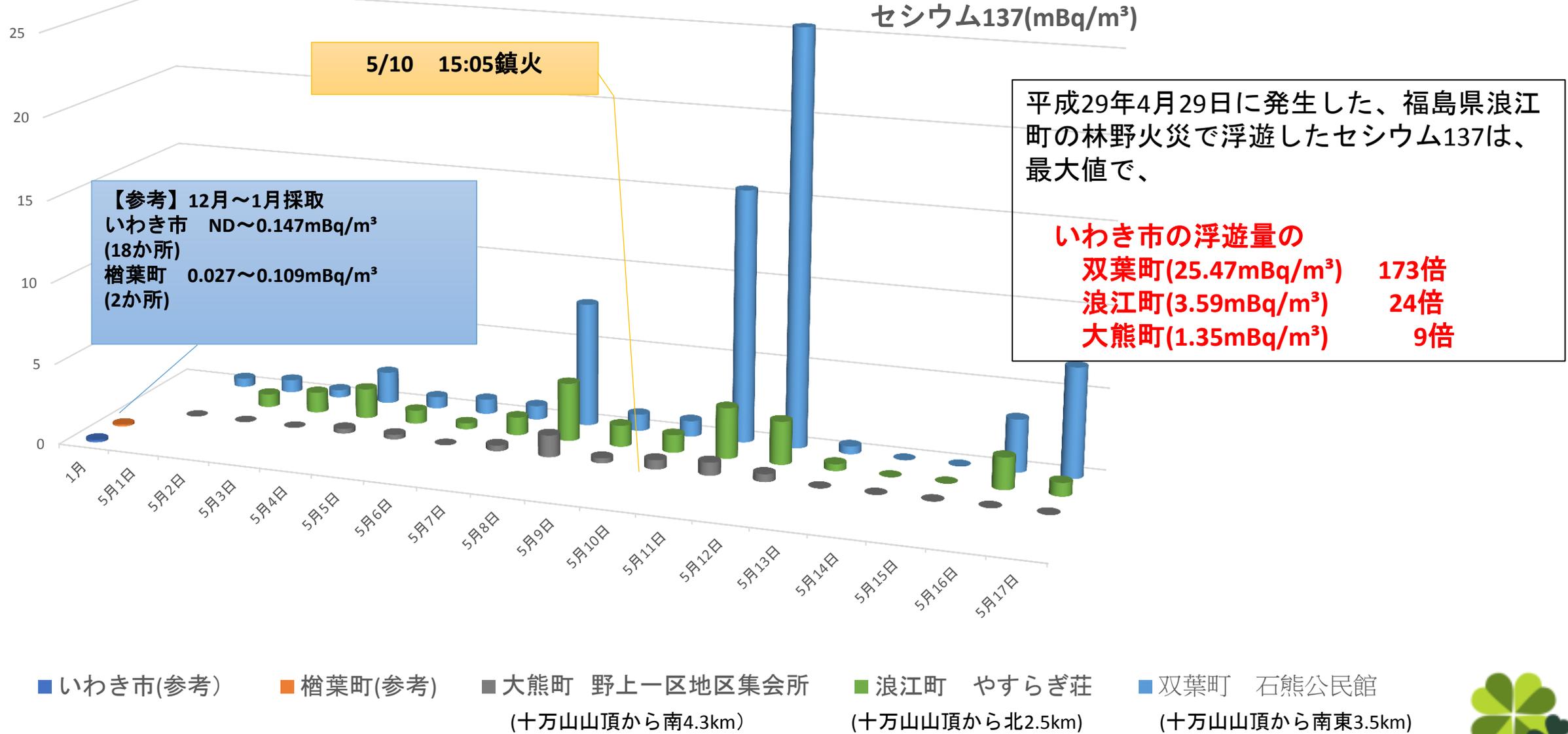


# 海水のストロンチウム90 測定



# 大気中放射能の測定

## 浪江町井出地区の林野火災周辺の大気集塵測定結果





*Mothers' Radiation Lab*

*Fukushima*

いわき放射能市民測定室  
たらちね