

# 放射性セシウムとトリチウムとの モニタリングおよび被害対策の 根本的違い

水藤 周三

認定NPO法人 高木仁三郎市民科学基金事務局

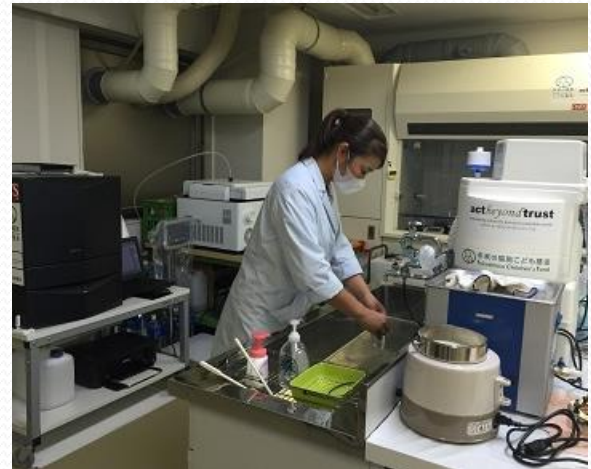
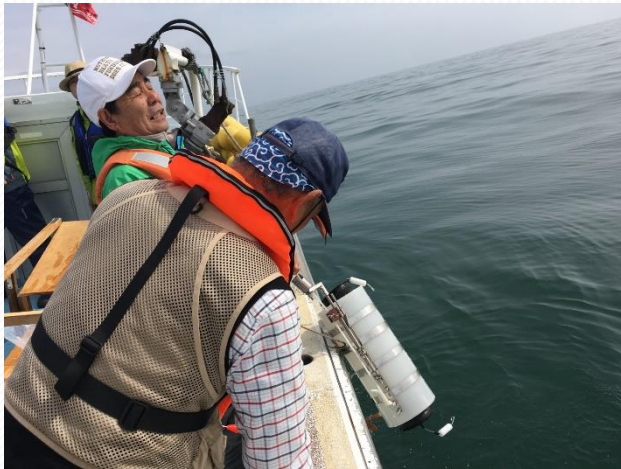
原子力市民委員会事務局

いわき放射能市民測定室たらちね海洋調査ボランティア





# 海洋調査



日本で唯一トリチウムを測定できる市民測定所「いわき放射能市民測定室たらちね」の海洋調査の様子。海水・魚類を採取し、放射性セシウム・ストロンチウム90・トリチウムの測定をしている。測定結果は<https://tarachineiwaki.org/radiation/result> (海洋調査の測定結果) にまとめられている。

# 海洋調査

個人的にも検体を採取して測定を依頼。

## 食材・土壌放射能測定報告書

水藤周三 様

受付番号 1907102647-1

お持ちいただきました下記食材・土壌試料等について実施した放射能測定の結果を、ご報告いたします。

試料		試料1	
品目	名称	アイナメ	区分 譲受品
			持込量 1 kg
採取	採取地	福島県相馬沖	空間線量率 $\mu\text{sv/h}$
	採取日		備考 身骨頭内臓 水藤さん

測定依頼日

受付担当者 木村重衣

ガンマ線測定		測定担当者 木村重衣		測定終了日 2019/07/11	
測定機器	AT1320A2	核種	放射能	不確かさ	検出下限値
測定日時	2019/07/10 09:33	ヨウ素131			
所要時間	18 時間	セシウム137	検出下限値以下	—	1.1 Bq/kg生
試料重量	0.732 kg生	セシウム134	検出下限値以下	—	0.9 Bq/kg生
試料容量	1 L	カリウム40	125.0 Bq/kg生	$\pm 26.0 \text{ Bq/kg生}$	13.3 Bq/kg生

ベータ線測定(トリチウム)		測定担当者 木村重衣		測定終了日 2019/11/26	
自由水	測定機器	核種	放射能	不確かさ	検出下限値
	測定日時	トリチウム自由水			
	所要時間				
	処理試料量	トリチウム組織結合水 (測定水量 0.008L)	検出下限値以下	—	1.34 Bq/kg乾

組織結合水	測定機器	Quantulus GCT
	測定日時	2019/11/22 10:00
	所要時間	38 時間
	処理試料量	0.045 kg乾

※トリチウム:水素の放射性同位体。水となって水に溶けやすい独特の特性があります。ベータ線を放出し別の原子ヘリウムに置き換わります。組織結合水の場合、組織中でトリチウムがヘリウムに置き換わり体内で機能しなくなりDNA、RNA、蛋白質、酵素が壊滅的なダメージを受ける可能性があります。



相馬沖で釣り上げたアイナメ  
有機結合型トリチウム(OBT)  
測定結果  
ND(検出限界1.34Bq/kg乾)



# 海洋調査

個人的にも検体を採取して測定を依頼。

## 食材・土壌放射能測定報告書

水藤周三 様

受付番号 1912053645-1

お持ちいただきました下記食材・土壌試料等について実施した放射能測定の結果を、ご報告いたします。

試料		試料1	
品目	名称	区分	その他
	海水 No.2	持込量	0.5 L
採取	採取地	台湾第2原発温排水口	空間線量率 $\mu\text{sv/h}$
	採取日	2019/09/23	備考

測定依頼日	2019/12/09	受付担当者	木村重衣
-------	------------	-------	------

ガンマ線測定		測定担当者	測定終了日	
測定機器		核種	放射能	不確かさ
測定日時		ヨウ素131		検出下限値
所要時間		セシウム137		
試料重量		セシウム134		
試料容量		カリウム40		

ベータ線測定(トリチウム)		測定担当者	木村重衣	測定終了日	2019/11/20
---------------	--	-------	------	-------	------------

自由水	測定機器	Quantulus GCT	核種	放射能	不確かさ	検出下限値
	測定日時	2019/11/15 10:00	トリチウム自由水 (測定水量 0.008L)	検出下限値以下	—	2.07 Bq/L
	所要時間	38 時間	トリチウム組織結合水			
	処理試料量	0.1 L				

組織結合水	測定機器		※トリチウム:水素の放射性同位体。水となって水に溶けやすい独特の特性があります。ベータ線を放出し別の原子ヘリウムに置き換わります。組織結合水の場合、組織中でトリチウムがヘリウムに置き換わり体内で機能しなくなりDNA、RNA、蛋白質、酵素が壊滅的なダメージを受ける可能性があります。			
	測定日時					
	所要時間					
	処理試料量					



台湾第二原発(BWR)温排水口排水  
自由水型トリチウム測定結果  
ND(検出限界2.07Bq/L)

参考: ALPS処理水のトリチウム濃度: 約1,000,000Bq/L  
日本の排水中の告示濃度限度(単一核種): 60,000Bq/L  
1Fの地下水バイパス・サブドレン: 1,500Bq/L

# ALPS小委員会報告書より

## (5) 周辺環境等の放射性物質の確認(モニタリング等)の徹底<sup>31</sup>

風評への影響を抑えていくためには、処分した際の安全の確保と安心の追求が不可欠であり、周辺環境等の放射性物質の確認(モニタリング等)を徹底すべきである。

当然のことながら、処分時の規制基準を満足しているか、周辺環境の濃度が十分に低い水準を保っているかなどを確認することが必要不可欠である。

具体的には、処分開始前、処分開始後に、トリチウムに関するモニタリングを強化(測定箇所、測定頻度の拡充)すべきである。

- 処分直前の原水濃度を測定(処分に伴う安全性を担保)
- 処分直後の排気/排水濃度を測定(処分に伴う安全性の確認)
- 周辺環境、農林水産物等の濃度を測定(周辺環境の安全性の確認)

トリチウムは化学形によってヒトへの影響が異なるため、トリチウムの環境中での存在形態を知ることは重要である。通常、トリチウムの測定に当たっては、液体シンチレーションカウンターや希ガス質量分析計を用いて測定を行うが、環境中の濃度は極めて低濃度であるため、測定を行う前に、蒸留等により不純物を取り除いた後、必要に応じて電解濃縮を行うなど、複数の前処理を行う必要があり、時間と専門性を要する。

# ALPS小委員会報告書より

特に有機結合型トリチウムの場合、有機物試料を凍結乾燥した後、燃焼し、燃焼水を用いて測定を行う必要があるなど、液体の試料以上に前処理が必要となり、測定に時間と専門性を要する。

こうした状況も踏まえて、必要な分析体制を構築するとともに、国際的なトリチウムに関する飲料水等の基準値(〈例〉EU:100Bq/L<sup>※1</sup>、WHO:1万Bq/L<sup>※2</sup>)も踏まえ、測定目標値を適切に設定し、測定を実施すべきである。

※1 追加的に調査を行う必要があるかを判断するスクリーニング値

※2 線量を下げる対策を行う必要があるかを判断するガイダンスレベル

さらに、風評への影響を抑えるためには、第三者による測定や測定を公開すること等により、測定結果の妥当性・透明性を高めることも重要である。処分に対する不安を払しょくし、安心を追求するために、こうした測定結果を活用し、わかりやすく丁寧な情報発信を行うべきである。また、国内に限らず、国際的な情報発信や国際的な機関の関与についても検討を行うべきである。



# ALPS小委員会報告書より

また、トリチウムについての理解を進めていく必要がある。説明・公聴会で多くの方々が、トリチウムに対する懸念や不安を有していることが明らかとなったことから、こうした懸念や不安を解消するために、ALPS 小委員会で報告されたトリチウムに関する科学的な性質について、しっかりとわかりやすく発信していくことが重要である。特にトリチウムは、エネルギーが弱く影響が小さいため、測定が難しいという事実がある。実際に測定を体験することなどにより、科学的知見を伝えていくことも一案である。なお、前提となる放射線に関する教育が重要なのは言うまでもない。

# トリチウムを測るには・・・

## ○柿内委員

トリチウムはβ線を出すということで、β線を出す放射性核種というのはそれだけを単離といって、きれいにして分析する必要があります。そういうふうに手間暇かけて分析しなければいけない放射性核種であるということと、

また、有機物中のトリチウム、いわゆるOBTというのは……、環境試料として分析するときには、……この操作自体には、1試料当たりやはり1週間ぐらひは時間のかかります。このOBTを通常分析するときには、この乾燥試料を燃やして測定することになるのですが、この燃やすという作業も非常に熟練を要する部分であり、なかなか難しいということが国際的にも認知されており…

このOBTは後述するのですが、交換型OBTと非交換型OBTに分けられ、周辺に水が存在すると同位体交換といって水の影響を受ける部分が存在しています。その分析はさらににまた一手間かかるということで、OBTをちゃんと分析するというのは非常に大変な話になっております。

こうやっていろいろな処理を行いつつ、試料を最終的には液体シンチレーションではかるわけなんですけれども、各工程が非常に多く存在することでも分析に時間とか手間、人手がかかるということが見ていただけたと思います。

このように環境中の濃度レベルをちゃんと表現しようとする、現状、なかなか簡単にはかかれるものではないということがわかります。





# 放射性セシウムとトリチウム

## ○小山委員

2011年にセシウムやヨウ素が放出されたとき、ちょっとトリチウムの違いで考えてみたいと思うんですが、…(略)…セシウムのときはどうやってそれを解決したかという、一つは、検査だったわけですよ。農産物にセシウムが含まれてないということを、例えば福島だと全量、全部検査したわけですし、野菜や果物に関しては、あるいは、魚もそうですけれども、モニタリング検査して、入ってないことを証明してきたわけですしけれども、トリチウムの場合、例えば海洋放出した場合に、周辺の魚にモニタリングで100匹に1匹検査して、含まれてないということをずっと証明するようなことが可能なのかどうかという。要するに、検査のリスクを解消するということが可能なのかどうかということも、…(略)…セシウムのときの、いわゆる風評だとか流通に関する懸念を解消してきたやり方と、今回のトリチウムでの違いというところがあるかなっていうと、検査というところで2つ目、違いが出てくるかなと思いました。

(第8回ALPS小委員会議事録)

## ○小山委員

農産物でモニタリングと今言ったときに、多くは農産物自体の検査、モニタリングのことを想定するようになってきていると思うんですね。一方で、農業に関してだと、農地のモニタリング、測定、…(略)…。例えばトリチウムにおける環境のモニタリング、測定箇所、頻度というものも違って来るでしょうし、実際に流通する、例えば水産物で、このトリチウムの問題はどうやってモニタリングするのかというのも、多くの方はそっちを想定しちゃうと思うんですね。7年10カ月、農産物のモニタリングという、セシウムの、例えば米であれば全量全袋検査だとか、全量やっている。ほかのもので言えば、サンプルの頻度だとか、あるいは統計的な妥当性だとか、ずっとこの間、確認してきたものを想定する分はあると思うので…(略)…。

(第12回ALPS小委員会議事録)



# 放射性セシウムとトリチウム



## ○柿内委員

トリチウムみたいに、いろんなものをはかることが難しい場合は、陸域であれば指標植物とかをはかって、それを見ることによって、その周辺の作物とかであれば、これを超えることはないだろうとか、これがこのぐらいの濃度なのでということで、そういうものを調べることによって、代表的なものを用いて評価をするということも行われていますので、それをどういうふうに運用するかというのは、何をどこまではかるかということにかかってくるかと思しますので、その辺もあわせてこれから考えていただきたいと思えます。

(第12回ALPS小委員会メモ)

## ○小山委員

柿内委員からも指標の話がありましたけれども、全く違う示し方をやっぱりする必要はあるかなと。

農産物、じゃ、例えばトリチウムであれば水産物測定とは一体何なのか、どういう情報が必要なのかということを示す必要があるということと、農産物、セシウムに関しては7年間かなり情報提供してきましたので、それとは全く違うやり方に今後なるということなわけですね。例えば、先ほどの代表的な指標で示すというやり方をするのであれば、全く違う方法になるということも改めて考えなければいけないのではないかなと感じました。

(第12回ALPS小委員会メモ)





# トリチウムのモニタリング

これまでのセシウムの場合

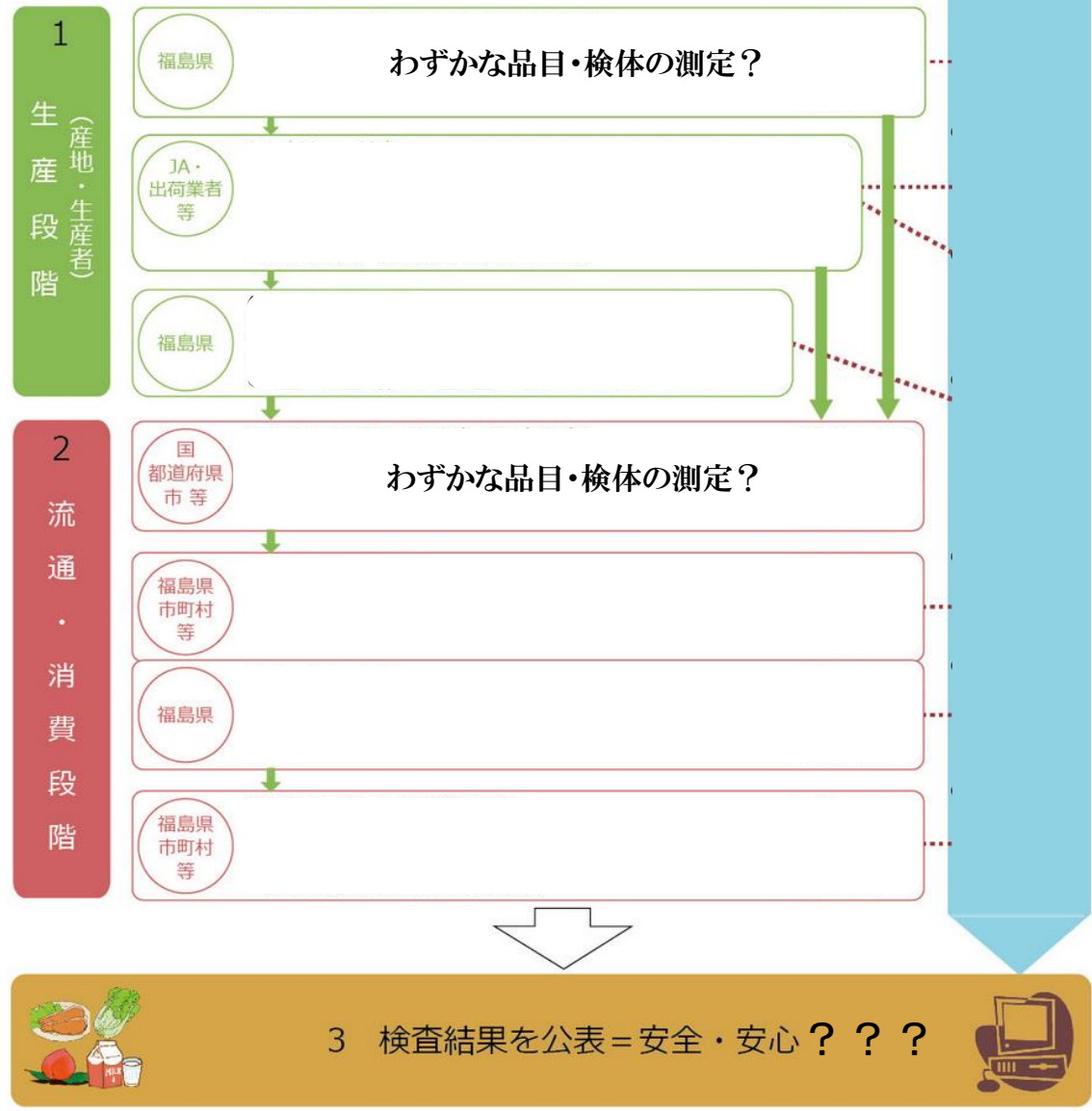
0 農地の測定、ゾーニング、除染、吸収抑制対策



# トリチウムのモニタリング

トリチウムの場合の場合

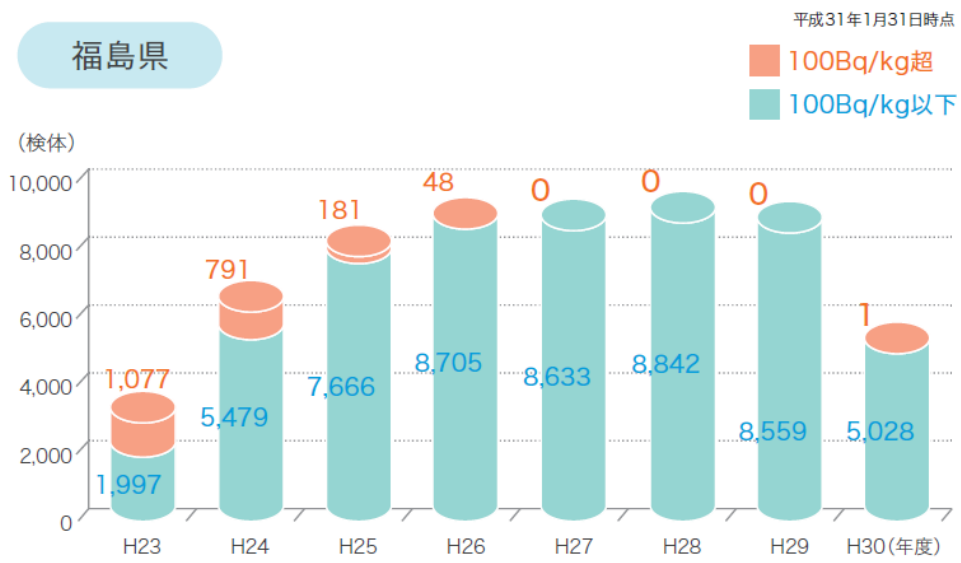
0 わずかな指標生物の測定



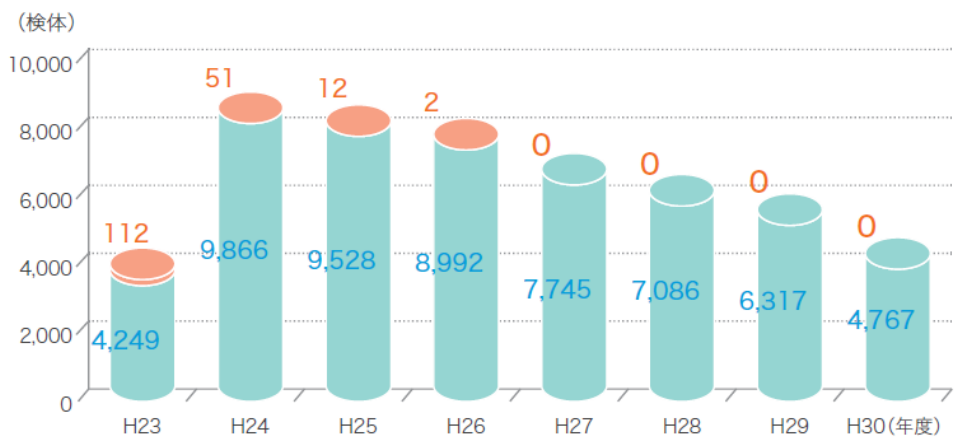


# トリチウムのモニタリング

## 福島県



## 福島県以外



- 海産種の放射性セシウム分析数  
(2011～2018年度水産庁のデータ)  
福島県内 57,007検体  
福島県外 58,727検体  
合計 115,734検体

# トリチウムのモニタリング



## ○辰巳委員

柿内さんのお話を聞いていて、もちろん大変なことはとてもよくわかったんですけども、モニタリングを誰がするのかというところがとても重要で、もちろん公的なところがやっていただく、これは大事ですけども、自主的に気になる人たちがやろうとしたときに、可能なんですかというのを聞きたいんです。時間はかかる、機械は決まっている、それから技術も難しいとか、いろいろ無理な話はいっぱいなされたんですけども、本来ならば自分で確認できれば一番いいわけなのだけども、そういうことができるような仕組みにならないといけないというふうに思っているんですけども、……

## ○山本(一)委員長

私も測っていましたが、そんな簡単じゃないですね。



## ○柿内委員

私もいろんな方にその分析にかかわっていただくというのはすごく大事だと思うんですけども、やはり今日紹介したような測定装置というのは価格が数百万から1,000万を超えるような装置になって、そういう意味でいろんなところに簡単に入れられるものじゃないと。



# トリチウムのモニタリング

品名、採取または購入地、Cs-134、Cs-137、測定日、測定秒、測定器は項目名をクリックすると並べ替えします

行	品名 品名クリックで個別データへのURLを表示	採取または購入地	Cs-134 (検出限界)	Cs-137 (検出限界)	測定日	測定秒	測定器	その他
1	ヤマメ	福島県相馬郡飯舘村	850.00±16.50 (15.90)	1606.00±23.50 (15.40)	2013-04-05	3600	HpGe	<a href="#">表示</a>
2	タラ	不明不明	43.00±8.80 (11.00)	52.00±11.00 (5.80)	2011-08-30	7200	ALOKA CAN-OSP- NAI	<a href="#">表示</a> <a href="#">関連情報</a>
3	ひらめ切り身(銚子沖)A	茨城県北茨城市	40.80±9.00 (3.89)	46.50±10.80 (4.27)	2012-01-11	1800	AT1320A	<a href="#">表示</a>
4	タラ	岩手県宮古沖	30.00±6.70 (9.60)	37.00±7.90 (6.00)	2011-10-13	6000	ALOKA CAN-OSP- NAI	<a href="#">表示</a> <a href="#">関連情報</a>
5	ワカサギ稚魚	茨城県鹿嶋市 (西浦)	23.70±5.70 (3.89)	34.30±8.20 (4.20)	2012-10-19	1800	AT1320A	<a href="#">表示</a>
6	アメリカナマス	茨城県土浦市	8.89±2.19 (1.81)	26.00±5.40 (1.98)	2014-08-24	10800	AT1320A	<a href="#">表示</a>
7	イワナ(内臓以外全部)	福島県耶麻郡猪苗代町	8.43±0.75 (1.37)	24.10±1.26 (1.49)	2014-05-30	3600	HpGe	<a href="#">表示</a>
8	ひらめ切り身(銚子沖)B	茨城県北茨城市	16.00±4.80 (4.83)	19.40±6.00 (5.34)	2012-01-11	1800	AT1320A	<a href="#">表示</a>
9	イワナ(内臓以外全部)	福島県福島市	7.04±1.79 (4.93)	16.60±2.42 (4.97)	2013-08-29	3600	HpGe	<a href="#">表示</a>
10	アジ(焼身)	千葉県旭市	12.00±7.70 (12.00)	15.00±8.70 (13.00)	2012-03-22	3600	AT1320A	<a href="#">表示</a> <a href="#">関連情報</a>
11	チダイ アラ付き	岩手県宮古水場	12.00±4.50 (10.00)	13.00±4.90 (7.00)	2011-08-07	5400	ALOKA CAN-OSP- NAI	<a href="#">表示</a> <a href="#">関連情報</a>
12	スズキ	茨城県東茨城郡大洗町	4.71±1.40 (1.53)	9.24±2.24 (1.67)	2013-08-30	10800	AT1320A	<a href="#">表示</a>
13	ひらめ	茨城県茨城	8.10±3.80 (3.80)	8.90±2.40 (3.00)	2012-03-28	17460	ALOKA CAN-OSP- NAI	<a href="#">表示</a> <a href="#">関連情報</a>
14	あぶらこ 根差産	北海道根室市	4.70±1.30 (1.30)	7.60±1.90 (1.40)	2013-05-05	10800	AT1320A	<a href="#">表示</a>
15	ホヤ	宮城県亘理郡山元町	1.54±0.25 (0.67)	7.41±0.41 (0.73)	2016-06-13	36000	HpGe	<a href="#">表示</a>
16	アジ	千葉県鴨川市	ND	6.90±3.40	2012-06-12	1800	AT1320A	<a href="#">表示</a>

- 「みんなのデータサイト」掲載の「魚介類」+「海藻類」の検体数

(全国33の市民測定室のデータ)

1202件(2020年3月現在)

- 水産庁の検体数の約1%。
- 「みんなのデータサイト」以外の市民測定所を含めるとそれ以上を、市民が自らの手で自分たちの安全・安心を確認してきた。
- しかし、いずれも放射性セシウムのみ、トリチウム・ストロンチウム90の測定はできていない。
- トリチウムを測定できる市民測定所は全国で「いわき市民放射能測定室たらちね」のみ。

# 検査しているから安全・・・

## 福島県の漁業について

平成23年3月11日の東日本大震災、及び東京電力（株）福島第一原子力発電所事故の影響により、福島県沿岸での操業は一部の魚種を対象とした「試験操業」を除き全て自粛しております。現在市場に流通している福島県産と表示されている水産物は、福島県の環境モニタリング検査で安全が確認されている試験操業対象魚種、又は福島県から遠く離れた海域で漁獲され、福島県に水揚げされた後、放射性物質の検査を受けた魚ですので、安心してお召し上がり頂けます。

「JF福島県漁連」WEBサイトより  
<http://www.fsgyoren.jf-net.ne.jp/>



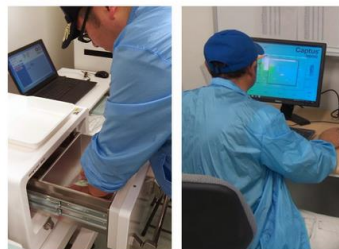
福島県産米のラベル



あんぽ柿のラベル

## 水揚げされた魚介類は、ほんとうに安全なの？

福島県では、平成23年4月以降、魚介類の放射性物質濃度についてモニタリング検査を実施し、5万4千件を超える検査結果から、放射性物質の濃度が低い種類、あるいは事故直後は高かったものでも時間の経過とともに明らかに低下している種類が分かってきました。そのような中から、安定的に数値が低く、ほとんどが不検出となっているものを試験操業の対象種としています。いわき沖では、試験操業が平成25年10月18日から、16種を対象に開始され、その後、安全性を確保しながら、魚種、漁場、漁場を順次拡大し、平成30年9月1日現在では、182種の魚介類を対象に行われています。いわきで水揚げされた魚介類は、出荷する際に魚種ごとに検査を行い、安全性を確認しています。



県のモニタリング検査結果について [福島県のホームページへ](#)

出荷時の検査結果について [魅せます！いわき情報局のホームページへ](#)

※平成31年2月現在、国の出荷制限指示を受けている魚種が8種あります。

「いわき市の水産業について」(WEBサイト『常磐ものIWAKI』)  
<http://joban-mono.jp/suisan>

2011年の原発事故後、食品の放射性セシウムの測定は、組合・生産者・流通業者・国・県・市町村・市民測定所・海外など、あらゆるステークホルダーが必死になって検体数を積み上げていった。そうした経緯があったからこそ、生産者たちも「安全・安心」を自信を持って主張できるようになっていった。しかし、トリチウムの測定は、放射性セシウムの測定のようにはいかない・・・



# たらちねさんに訊いてみた

1 からトリチウムを測定できる体制を整えた「いわき放射能市民測定室たらちね」さんに、放射性セシウムの測定とトリチウムの測定の違いを訊いてみた

質問事項	放射性Cs (NaIシンチレーション検出器)	自由水トリチウム	OBT(有機結合型トリチウム)
検体が届いてから測定結果が出るまでの時間(*1)	5時間	7日間	10日間
測定器1台で月に測定可能な検体数	40件	4件	4件
測定器1台の価格	150万円～300万円	1000万円・1800万円	
前処理に必要な主な機材の種類		還流蒸留機	還流蒸留機・高速燃焼チャンバー(300万円)
前処理に必要な機材を揃えたラボ整備に必要となる額	100万円(水道設備など)	5000万円	
1検体を測るためのランニングコスト(*2)	1万円	10万円	
前処理において必要となる化学薬品など		過マンガン酸カリウム・過酸化ナトリウム・乳化シンチレーター	
測定器にかけるまでに必要となる主な工程	乾燥・刻み・測定・測定結果の決定	蒸溜・自由水の捕集・乳化シンチレーターの添加	乾燥・燃焼・OBT水の捕集・蒸溜・乳化シンチレーターの添加
測定器にかけた後に必要となる主な工程	測定値の評価・測定値の決定	測定値の棄却検定・計数換算・1Lあたりの補正計算・測定値の決定	

(\*1)検出限界によって異なるが、たとえばCsは10Bq/kg程度として

(\*2)消耗品費を含む、人件費を除く

# 東京電力の説明

## 処分内容の検討①（基本的考え方）

TEPCO

- どのような処分方法であっても、法令上の要求を遵守することはもちろんのこと、風評被害の抑制に取り組む
  - 一度に大量に放出せず、年間トリチウム放出量は、既存の原子力施設を参考とし、廃止措置に要する30～40年の期間を有効に活用する
  - トリチウム以外の放射性物質の量を可能な限り低減する（二次処理の実施）
  - トリチウム濃度を可能な限り低くする
    - ✓ 水蒸気放出の場合  
大気中のトリチウムの告示濃度限度（空気1ℓ中5<sup>ベクレル</sup>）に対して、海洋放出の場合と同等程度の割合で希釈することを検討する
    - ✓ 海洋放出の場合  
海水中のトリチウムの告示濃度限度（水1ℓ中60,000<sup>ベクレル</sup>）に対して、「地下水バイパス」及び「サブドレン」の運用基準（水1ℓ中1,500<sup>ベクレル</sup>）を参考に検討する  
＜参考＞ WHOが定める飲料水基準：水1ℓ中10,000<sup>ベクレル</sup>
  - 異常を検知した場合には、速やかに処分を停止する
  - サンプルング地点および頻度の拡大など、これまで以上にモニタリングを充実し、迅速に公表する

# 東京電力の説明（水蒸気）

## 処分内容の検討②（水蒸気放出の基本概念）

TEPCO

- トリチウムを除く核種の告示濃度限度比総和が1未満になるまで二次処理を実施する
- 二次処理後、ボイラーで加熱・蒸発処理したうえで、空気で希釈して大気中に放出する
- 大気モニタリングを強化する（ただし、結果を得られるまで期間を要する）

### 主な実施事項

二次処理	<ul style="list-style-type: none"><li>• 環境へ放出する放射性物質を極力低減するために、希釈前にトリチウムを除く核種が告示濃度限度比総和1未満となるまで処理する<ul style="list-style-type: none"><li>- これにより、希釈後の告示濃度限度比総和は、さらに数百分の1程度まで低減する</li></ul></li></ul>
サンプリング	<ul style="list-style-type: none"><li>• 二次処理後に分析を実施し、トリチウムを除く核種が告示濃度限度比総和1未満であること、およびトリチウム濃度を確認する</li></ul>
希釈・放出 （緊急時の措置含む）	<ul style="list-style-type: none"><li>• ボイラーで加熱し、蒸発処理する（液体から気体へ）</li><li>• 蒸気を建屋内空気にて希釈し、排気筒から放出する<ul style="list-style-type: none"><li>- 敷地境界で告示濃度限度（空気1%中5μSv/h）未満となるよう管理する</li></ul></li><li>• 希釈空気の流量等に異常が発生した場合は放出を緊急停止する</li></ul>
大気モニタリング	<ul style="list-style-type: none"><li>• 敷地境界および敷地外でのサンプリング・分析を実施<ul style="list-style-type: none"><li>- 結果を得るまでの期間：1～2週間（1～2週間程度連続採取後、1日程度で分析）</li></ul></li><li>• 放出時の放射能測定結果は随時公開<ul style="list-style-type: none"><li>- 第三者による分析や公開等についても検討</li></ul></li></ul>

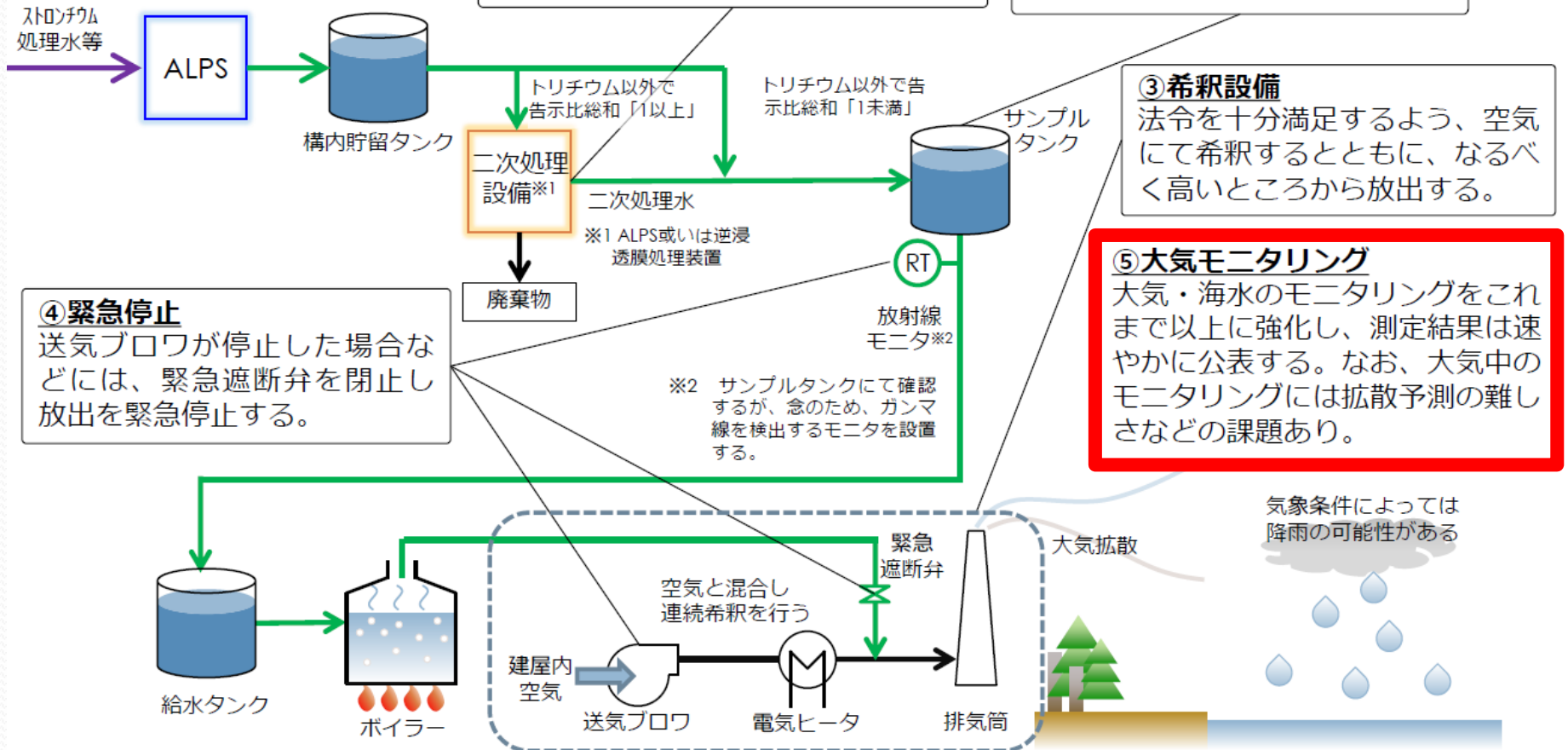


# 東京電力の説明（水蒸気）

## 処分内容の検討③（水蒸気放出設備の概念）

TEPCO

ALPS処理水を蒸発させ、空気です分に希釈後、放出する



# 東京電力の説明（海洋）

## 処分内容の検討④（海洋放出の基本概念）

TEPCO

- トリチウムを除く核種の告示濃度限度比\*総和が1未満になるまで二次処理を実施する
- 二次処理後、海水で十分に希釈してから海洋に放出する
- 海洋モニタリングを強化する

### 主な実施事項

二次処理	<ul style="list-style-type: none"><li>• 環境へ放出する放射性物質を極力低減するために、希釈前にトリチウムを除く核種が告示濃度限度比総和1未満となるまで処理する<ul style="list-style-type: none"><li>- これにより、希釈後の告示濃度比総和は、さらに数百分の1程度まで低減する</li></ul></li></ul>
サンプリング	<ul style="list-style-type: none"><li>• 二次処理後に分析を実施し、トリチウムを除く核種が告示濃度限度比総和1未満であること、およびトリチウム濃度を確認する</li></ul>
希釈・放出 (緊急時の措置含む)	<ul style="list-style-type: none"><li>• 法令を十分満足するよう海水を用いて希釈・放出する<ul style="list-style-type: none"><li>- 地下水バイパス及びサブドレンの運用基準（水1%中1,500μg/L未満）程度まで希釈</li></ul></li><li>• 希釈水の流量等に異常が発生した場合は放出を緊急停止する</li><li>• 放出口近傍にてサンプリング・分析を行う<ul style="list-style-type: none"><li>- 結果を得るまでの期間：1日程度</li></ul></li></ul>
海洋モニタリング	<ul style="list-style-type: none"><li>• 海水および魚類・海藻類の海洋モニタリングを強化</li><li>• 放出時の放射能測定結果は随時公開<ul style="list-style-type: none"><li>- 第三者による分析や公開等について検討</li></ul></li></ul>

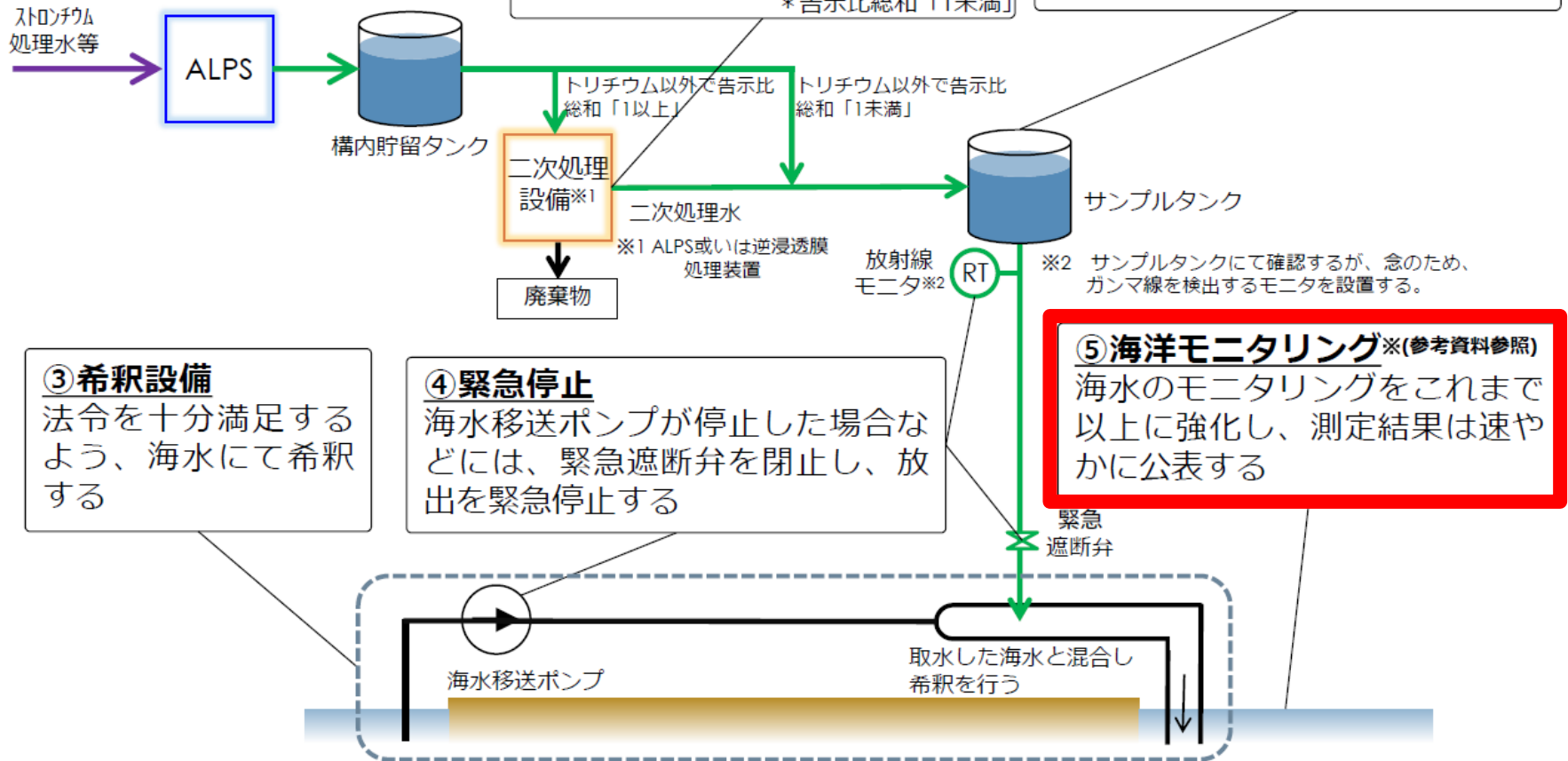
\* 原子力発電所からの排水を人が毎日経口摂取したと仮定した場合の内部被ばく線量は「告示濃度限度比」で評価し、複数の核種が存在する場合はその和で評価する。  
「告示濃度限度比」は、ある核種濃度の水を経口摂取した場合の内部被ばく線量に相当する

# 東京電力の説明（海洋）

## 処分内容の検討⑤（海洋放出設備の概念）

TEPCO

ALPS処理水を海水で十分に希釈後、放出する





# たらちねさんに訊いてみた

「いわき放射能市民測定室たらちね」事務局長の鈴木薫さんに訊いてみた

## 【水蒸気について】

大気を測定するには、水蒸気状のトリチウムと水素ガス状のトリチウムを採取します。被曝に影響のあるのは水蒸気状のトリチウムです。なので、水素ガス状トリチウムの測定は実施しないかもしれません。

ガラス管にカラムを入れて、そこにモレキュラーシーブ(合成のゼオライトで乾燥剤のようなものです)を含くませ、環状炉でから焼きし、そこにトリチウムを含まない水を加えて、大気を捕まえるトラップのようなものを作り、専用の装置で大気を採取します。大気は、その水分を含んだモレキュラーシーブカラムに付着します。

採取したら、コールドトラップでトリチウム水を捕集します。あとは、いつもの測定と同じ方法で、還流蒸溜し、測定します。

1～2週間というのは、採取期間ですね。流量の計算とか、採取した大気の数なんかも基準があって、その数値になるまでやります。それは季節によっても差があるので、1～2週間かかるということです。還流蒸溜に1日か2日、測定に3日ぐらいはかかると思います。

## 【海洋について】

こちらは、全く説明してないですよ。

自由水の場合は、公定法でいけば凍結乾燥法か真空乾燥法でトリチウム水を採取してから測定になりますが、水の採取だけだって1日～数日かかります。その後に還流上流で数日かかるし、測定も上記と同じくかかります。

海水の測定の場合は、そこに電解濃縮もあるので、さらに60時間ぐらプラスになります。蒸溜・濃縮・蒸溜の作業となるとと思いますから、60時間じゃきかないと思います。

## c. トリチウムについて：身の回りのトリチウム

- 自然界に存在するトリチウムの量：約100京～130京\*ベクレル

\* 1京=10,000兆

- 大気水蒸気、降水、地下水、河川水、湖沼水、海水、飲料水、そして生物の体内に広く分布



ヒトの体内にも 数十 ベクレルのトリチウムが含まれている

- 海水や飲料水など水として存在する濃度：0.1～1ベクレル/リットル

- 日本では、食品・飲料水のトリチウムに関する規制基準はないが、トリチウム放出時の濃度※に規制を設けて管理
- WHOの「飲料水水質ガイドライン（第4版）」では、飲料水に含まれるトリチウムの指標（ガイダンスレベル）は、10,000ベクレル/リットル

※水中における告示濃度限度：

放水口の濃度の水を、生まれてから70歳になるまで、毎日約2リットル飲み続けた場合に、平均の線量率が法令に基づく実効線量限度（1ミリベクレル/年）に達するとして計算され、導き出されたもの。

トリチウムの濃度限度は、**60,000ベクレル/リットル**



2リットルのペットボトルには、0.2～2ベクレルのトリチウムが含まれる

# 【付録】

○説明・公聴会(郡山会場)意見表明者・柏木さん

資料では『トリチウムは自然界にも存在し』と書いてある。私は高校で習った知識しかないが、高校のときに学校で使った化学の辞書を引っ張り出してきて調べた。三重水素(トリチウム)は10の—10乗。たしかにあるだろうが、全体としては、水素1,000,000,000,000,000,000(百京)個という膨大な数の中で、やっと1個あるというものだ。『自然界にも存在し』と言うのは言いすぎじゃねえか。

(郡山会場 2018年8月31日)



重要 同位体は、同一元素の原子で、たがいに質量数(または中性子の数)が異なる<sup>12</sup>C, <sup>13</sup>Cのように質量数を表記して区別する

d 同位体の存在比と放射性同位体  
自然界の同位体の存在比(原子数百分率)は、ほぼ一定している(表5)。  
自然界には約90種類の元素があり、多くの元素は同位体をもっている。同位体のないもの(1種類の原子だけのもの)は、<sup>4</sup>Be(ベリリウム), <sup>9</sup>F(フッ素), <sup>11</sup>Na(ナトリウム), <sup>13</sup>Al(アルミニウム), <sup>15</sup>P(リン)などで、自然界のすべての元素に同位体があるわけではない。  
炭素の三種の同位体のうち、質量数が12および13の同位体は原子核が安定しているが、質量数が14の同位体は原子核が不安定で壊れやすい。この<sup>14</sup>Cのような同位体は、原子核が壊れるとき放射線を出すので、放射性同位体(ラジオアイソトープ)とよばれる。  
原子力発電所などの原子炉内では、質量数3の水素がかなり生成するが、この水素は放射線を出しながら壊れるので、自然界にはごくわずかししか存在しない。また、質量数2の水素を重水素(ジユウテリウムD)、質量数3の水素を三重水素(トリチウムT)という。

	水 素		炭 素		
記 号	<sup>1</sup> H	<sup>2</sup> H	<sup>12</sup> C	<sup>13</sup> C	<sup>14</sup> C
存 在 比	99.9885	0.0115	99.757	0.038	0.205
陽子の数	1	1	8	8	8
中性子の数	0	1	8	9	10
質 量 数	1	2	16	17	18
電子の数	1	1	8	8	8

「原子力発電所などの原子炉内では、質量数3の水素がかなり生成するが、この水素は放射線を出しながら壊れるので、自然界にはごくわずかししか存在しない」

『チャート式シリーズ「新化学」』(数研出版)より。  
「新物理」も同様の記述。

多い少ないという表現は相対的もしくは主観的なものでしかないが、原発事故前の化学や物理の常識的な言い回しを、「どうせ測れない」「どうせわからない」と思って、改ざんしようとしていまいか？

これが「情報を正確に伝えるためのコミュニケーション」(by東京電力)のやり方？



# まとめ

(測定すれば放出してよいかという問題ではないという前提で・・・)

- 測定する核種が「放射性セシウム」だけではなく「トリチウム」になると、測定する専門性・手間・時間・費用等が桁違いになる。
- これまで「放射性セシウム」で行われてきたような検査体制の構築は望めないのではないか。
- 「測っているから安全」という自信を生産者は持てなくなり、安心を消費者も持てなくなる。
- 「(風評) 被害対策」もまったく別次元の問題になるが、そうしたことが「ALPS小委員会報告書」に反映されているとは思えない。
- 東京電力の「モニタリング」についての説明は不十分で、意図的に海洋放出に誘導するような作りになっている。