

海藻トリチウム測定状況について

2024年3月28日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

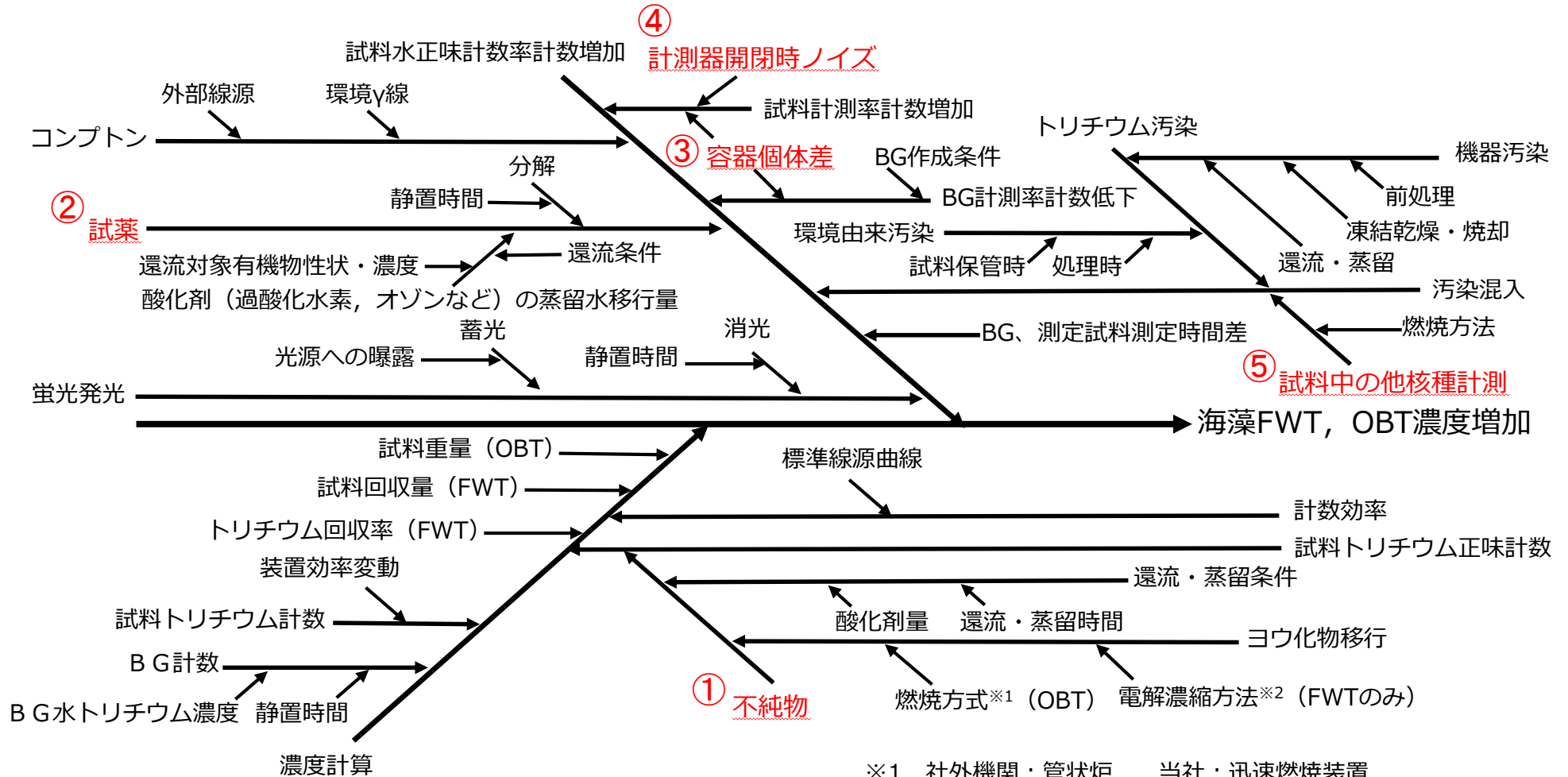
- ALPS処理水の海洋放出にあたり、2022年4月から海洋生物に含まれるトリチウムなどの分析を追加強化し、その結果において異常は認められていない
- 初めて取り組む海洋生物のトリチウム分析のうち、関心が高い魚試料の分析体制構築に傾注し、2023年6月に魚のトリチウム分析の体制を確立
- 海洋生物の分析経験の豊富な社外分析機関の協力のもと、翌7月から海藻の分析体制の確立に向けて、当社と社外分析機関で同一試料による比較試験を計画
- 社外分析機関と分析機材の違いはあるが、協議確認のうえ分析に問題がないと判断し、比較試験のために（2023年3月に採取した海藻）の分析を実施し、10月に結果を比較
- 分析結果を比較したところ、相違があったので対策を検討

(単位：Bq/L)

試料ID	採取日	採取海藻	FWT/OBT	当社	社外機関
T-K2	2023/3/24	コンブ	FWT	0.16	0.086
			OBT	0.45	<0.21
T-K3	2023/3/28	ホンダワラ	FWT	0.25	0.086
			OBT	0.79	<0.20

FWT：自由水型トリチウム、OBT：有機結合型トリチウム

- 計測値を詳細に調査したところ、**試料中のトリチウムに起因しない計数値**が確認された
- 原因特定に向けた要因分析を行い、**有力な5つの要因**に対して調査計画を策定し、調査を開始



※1 社外機関：管状炉， 当社：迅速燃焼装置

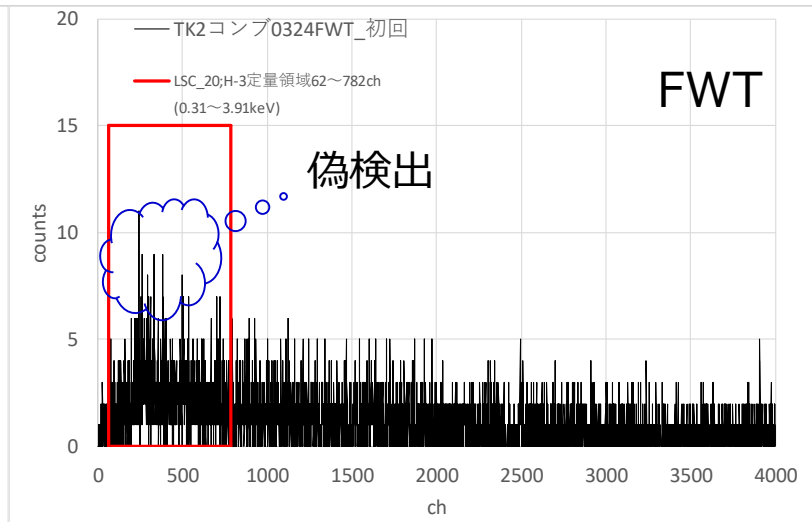
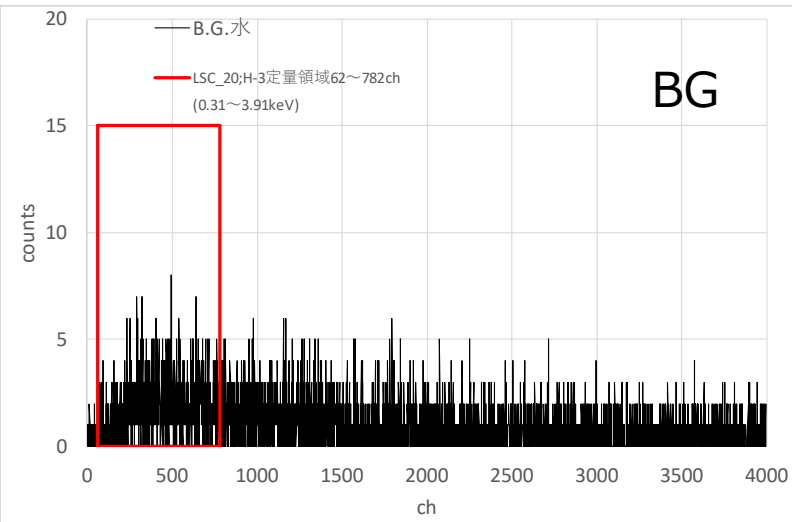
※2 社外機関：電極直接分解， 当社：電解膜間接電極式

- 文献を確認したうえで、魚試料のトリチウム分析で確認した偽検出原因を除くと、海藻由来の不純物と試薬の影響を疑い調査を実施・・・【調査①、②】
- 魚試料の分析手法確立時に影響評価を行わなかった、試料容器厚さによる影響【調査③】、計測器の状態管理による影響【調査④】、海藻特有の共存核種の影響【調査⑤】を定量評価
- 調査項目を拡大【調査⑥】しつつ、再発防止策を並行して実施【調査⑦】

No.	調査項目	23/10	11	12	24/1	2	3
調査①	不純物の影響	原因ではないことを判断					
調査②-1	試薬の影響	原因ではないことを判断					
調査②-2	化学物質の影響排除効果確認	ごく微量の化学物質の影響と推察					
調査③	試料容器の影響		原因ではないことを判断				
調査④	計測器の状態管理による影響		原因ではないことを判断				
調査⑤	共存核種の影響			原因ではないことを判断			
調査⑥	蒸留温度の違いによる影響				原因ではないことを判断		
調査⑦	不純物除去樹脂による効果				副次影響がないことを確認		

【参考】トリチウム計数結果

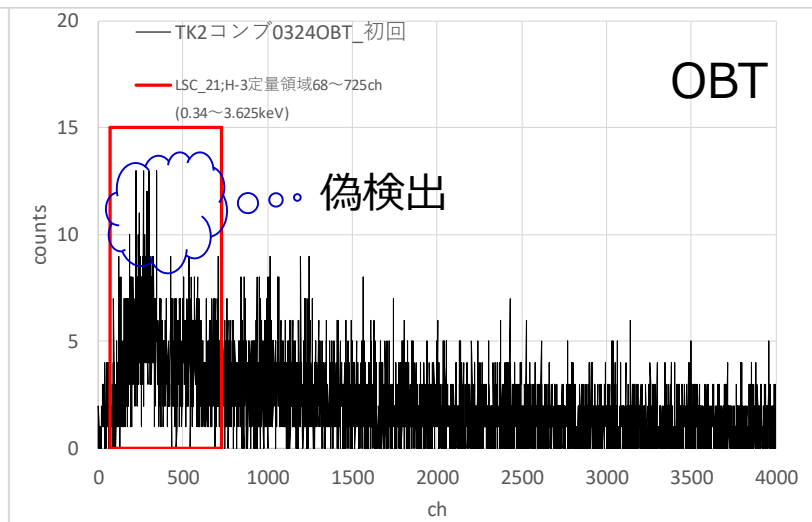
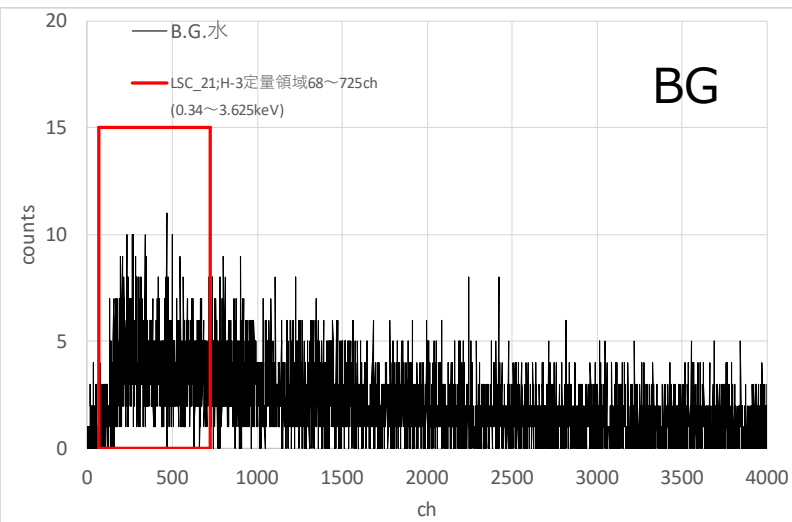
～偽検出の計数グラフ～



ESCR値は定量範囲内
BGよりわずかに小さい

LSC No.	LB-7	ESCR
20	B.G.水	9.570
		0.012
20	TK2コンプ 0324FWT_初回	9.072
		0.012

単位 ; Bq/L		
検出値		1.55E-01
検出下限値		< 7.05E-02



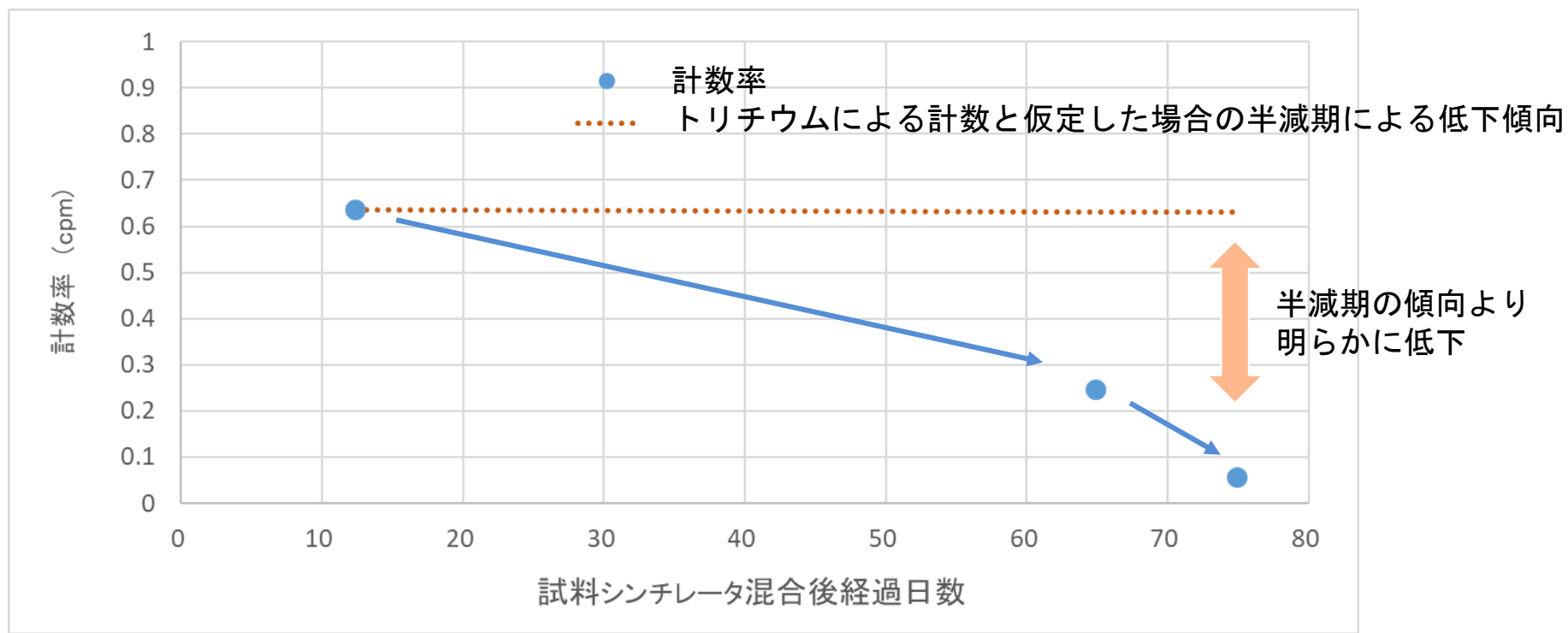
ESCR値は定量範囲内
BGよりわずかに小さい

LSC No.	LB-7	ESCR
21	B.G.水	8.397
		0.013
21	TK2コンプ 0324OBT_初回	8.580
		0.013

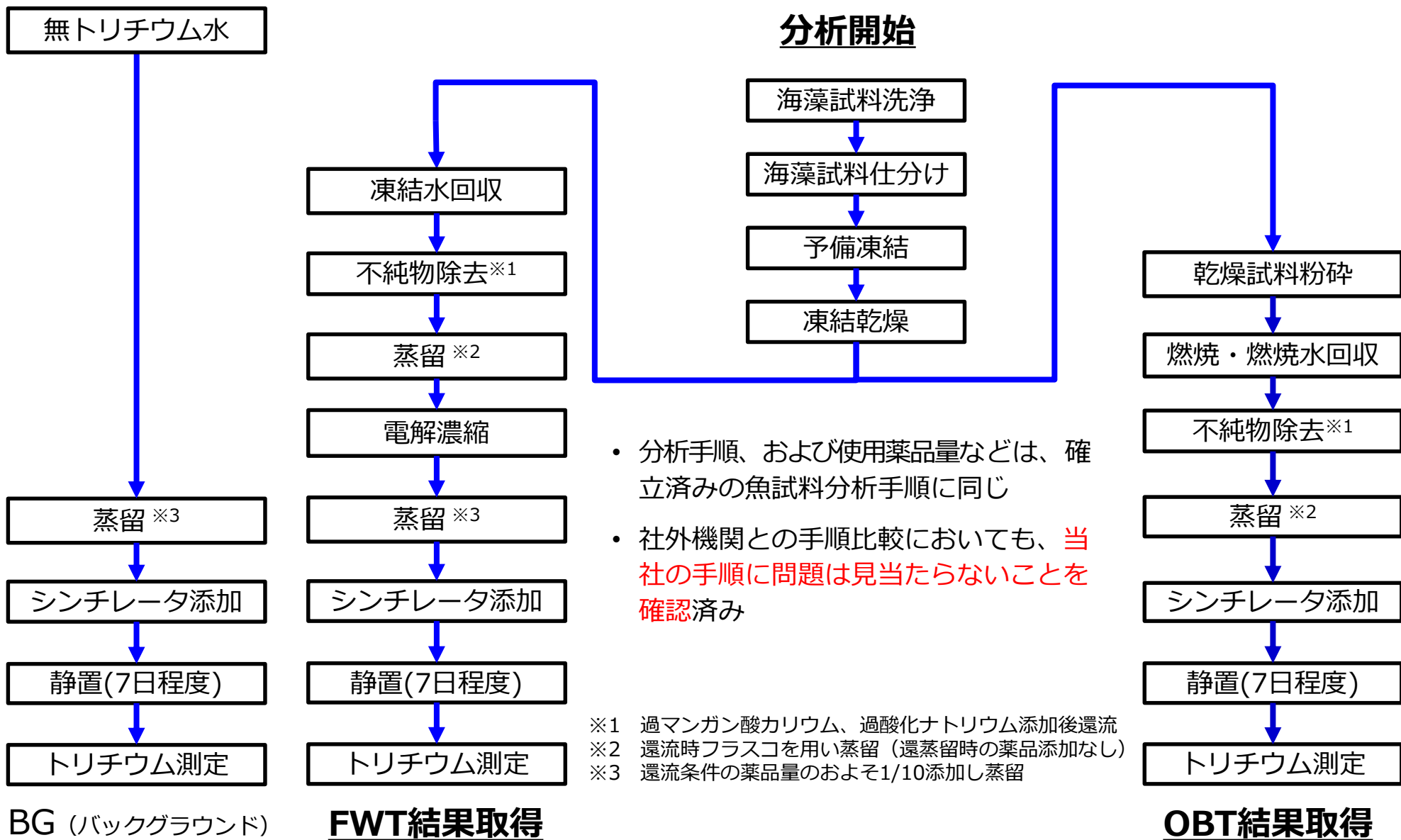
単位 ; Bq/L		
検出値		4.47E-01
検出下限値		< 2.80E-01

3月採取 T-K2試料の海藻トリチウムの計数グラフ

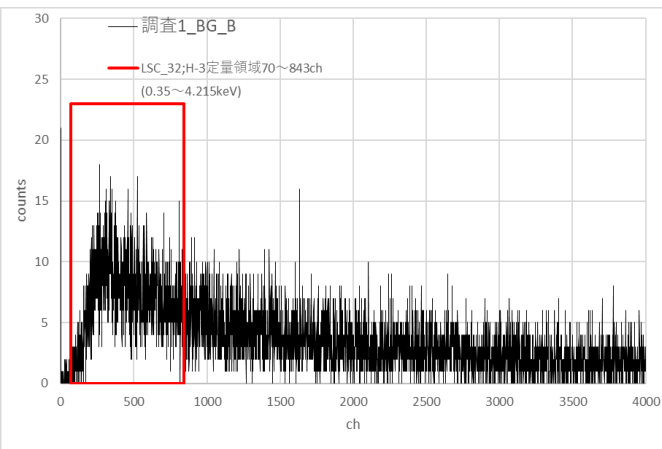
- 偽検出が確認されたT-K3 試料を数十日にわたり計測したところ、経時的に計数率の低下を確認した
- トリチウムによる計数と仮定した場合、半減期による計数の減少と明らかに差があることから、偽検出はトリチウム以外の要因であると判断した



3月採取 T-K3試料（ホンダワラ）の計数率の経時変化

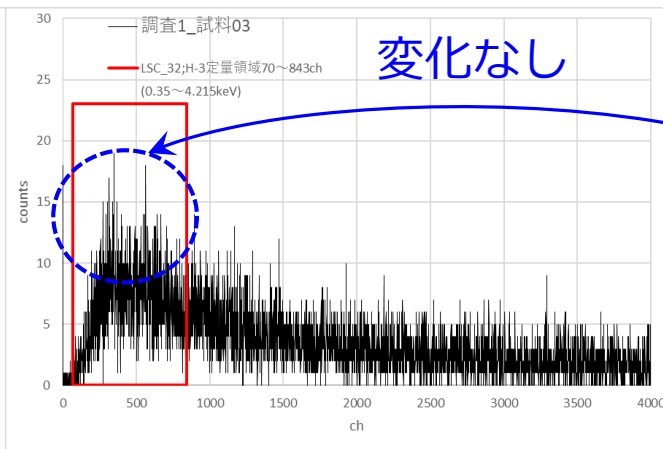


- 純水にトリチウム分析に影響する海藻由来の不純物を添加した結果、トリチウム計数グラフの変化は確認されなかった（不純物：有機/無機ヨウ素）
- 海藻試料成分に起因する不純物の影響はないことが判明



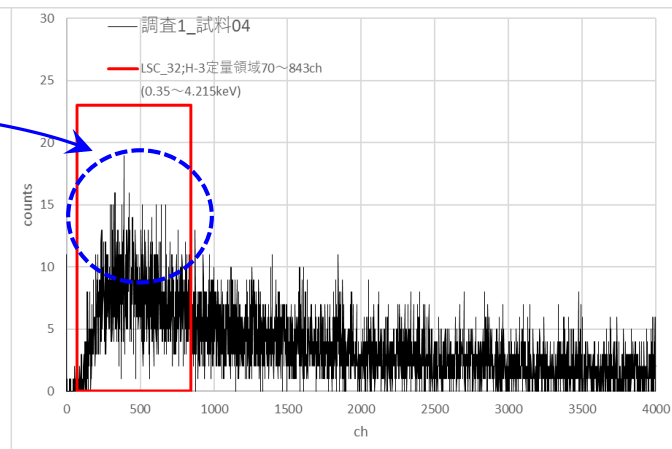
無トリチウム水の計数グラフ

無トリチウム水



無トリチウム水に無機ヨウ素を添加していない試料の計数グラフ

前処理済試料

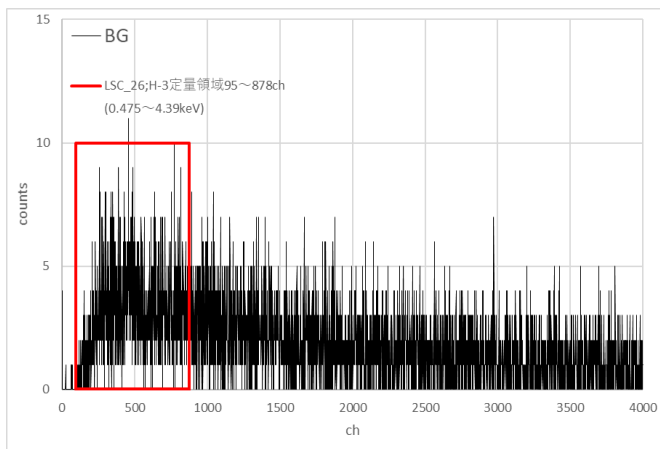


無トリチウム水に無機ヨウ素を添加した試料の計数グラフ

前処理済試料 + 不純物添加

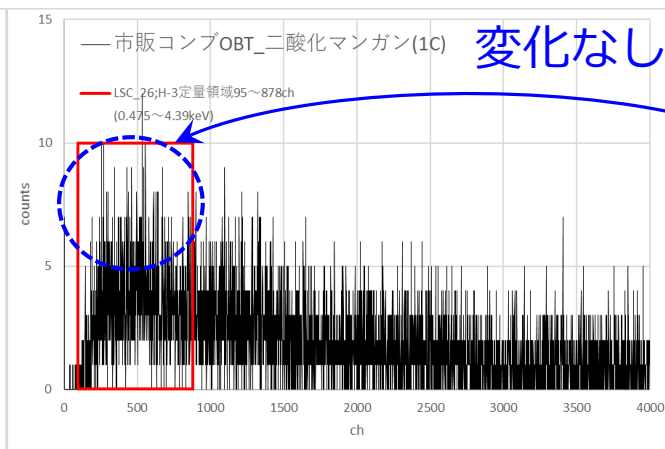
例 海藻成分(ヨウ素)による影響有無評価

- 経時的な計数値の変化は、化学反応の収束によるものと判断し、前処理作業に用いる酸化剤による影響有無を確認したが、トリチウム計数グラフの変化はなかった
- 試薬による影響はないことが判明（試薬：過酸化ナトリウム）



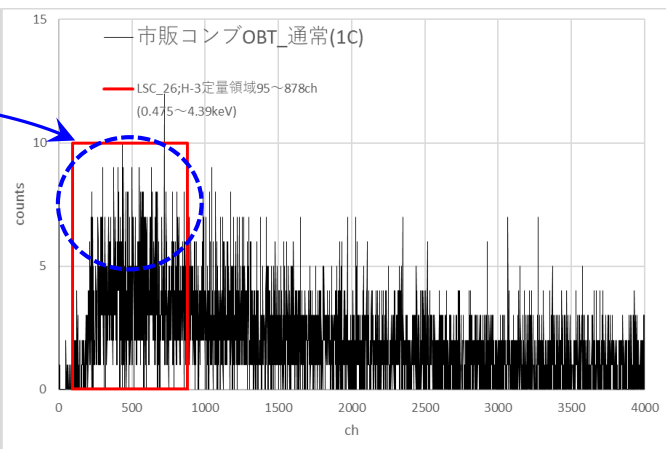
無トリチウム水の計数グラフ

無トリチウム水



市販の乾燥コンブを用いて通常のOBT分析時の前処理操作を行なった蒸留水をろ過材（二酸化マンガン）に通水し、過酸化水素※を除去した試料の計数グラフ
※ 過酸化ナトリウムにより副次的に発生

前処理済試料

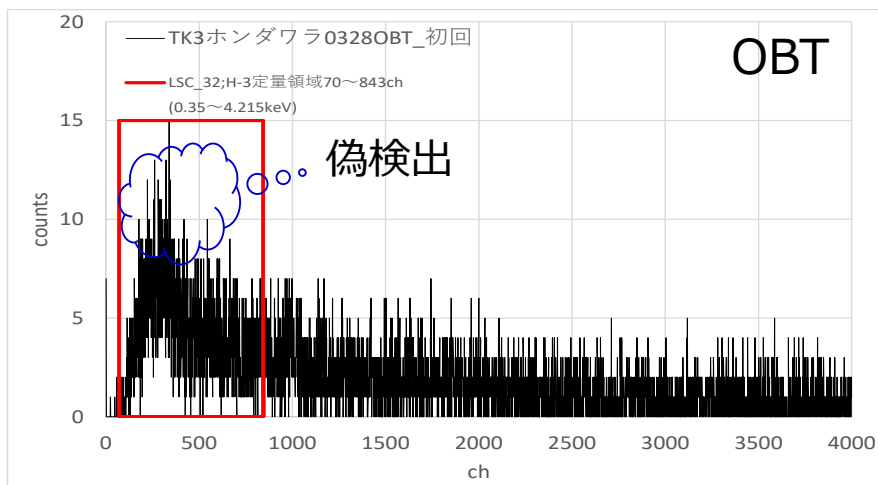


市販の乾燥コンブを用いて通常のOBT分析時の前処理操作を行なった蒸留水をろ過材（二酸化マンガン）に通水していない試料※の計数グラフ
※ 過酸化水素が残留

前処理済試料 + 試薬

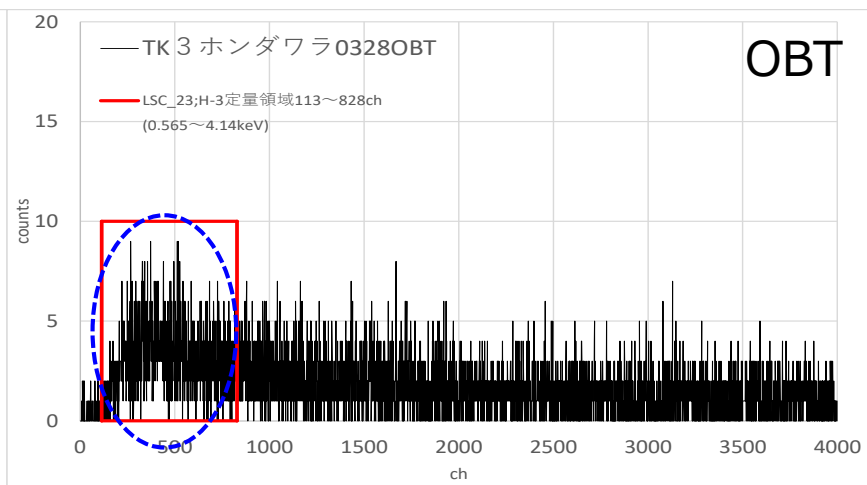
例 過酸化水素の影響有無評価

- ▶ 偽検出が検出された T-K3試料から改めてトリチウム分析試料を作成し、不純物を除去する樹脂（トリチウムカラム）に通水した結果、偽検出が確認されたトリチウム計数グラフと比べトリチウム計数値の低下を確認
- ▶ トリチウムカラム通水試料を数週間にわたり計測したところ、経時的なトリチウム計数値の変化は確認されなかったことから、ごく微量の化学物質の影響と推察



偽検出が確認されたT-K3試料の計数グラフ
※ トリチウムカラムを通水していない

偽検出が確認されたT-K3試料
(トリチウムカラム通水なし)



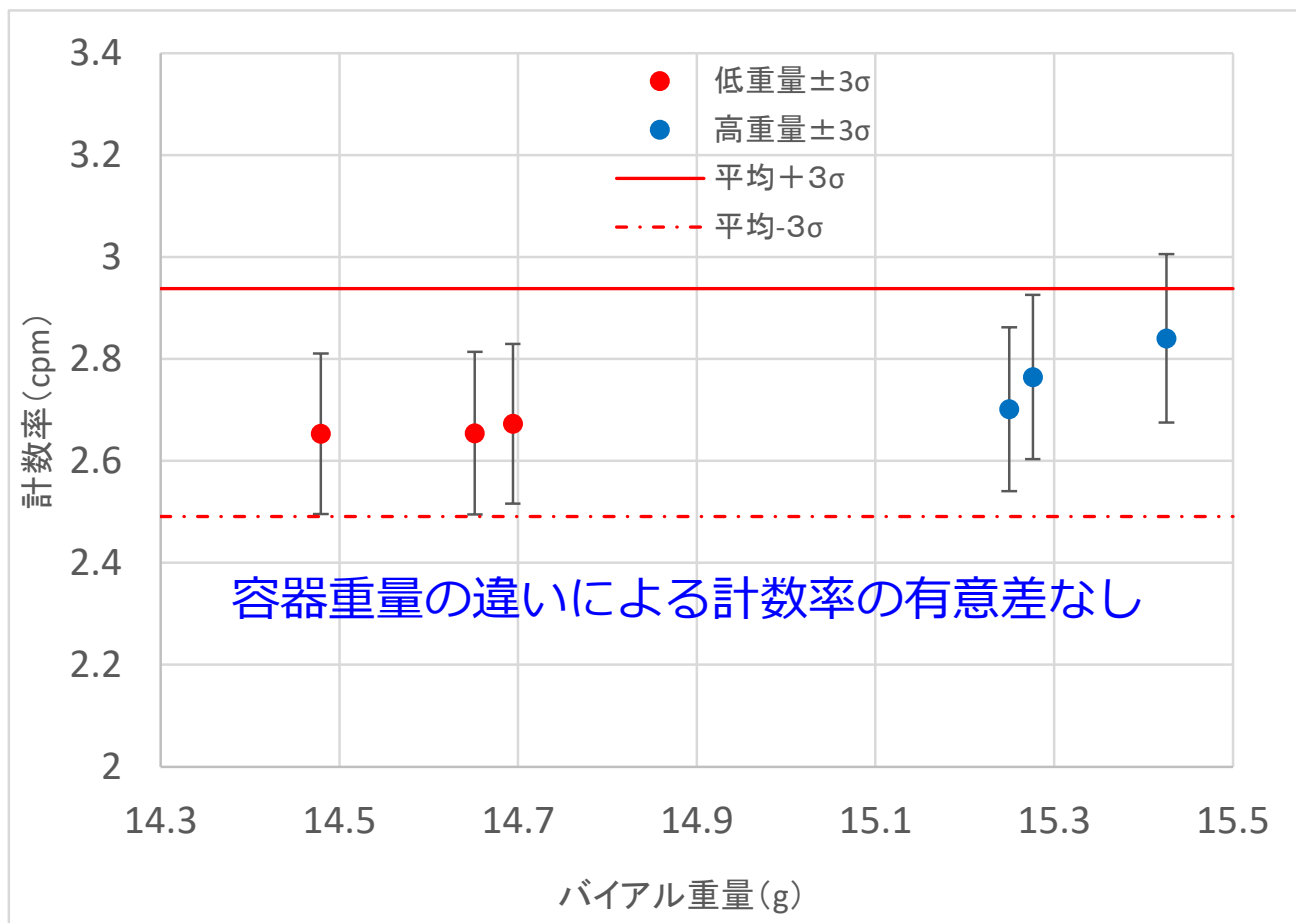
T-K3試料をトリチウムカラムに通水した場合の計数グラフ

トリチウムカラム通水T-K3試料

トリチウムカラム通水有無による影響有無評価

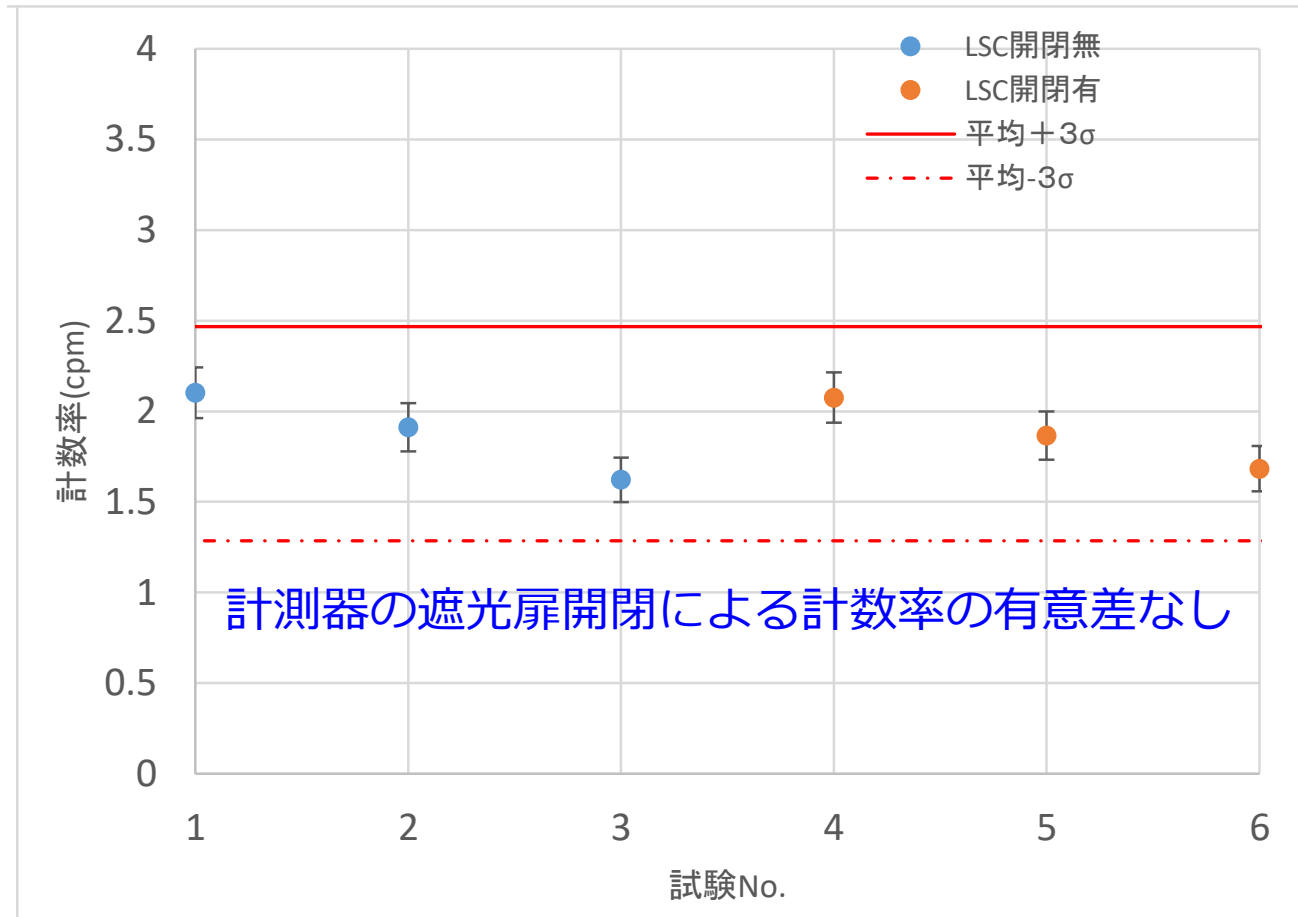
調査③：試料容器の影響調査結果

- 試料容器の重量個体差（容器厚の違い）により、トリチウム計数値に変化があると推察し比較評価を実施したが、偽検出の原因になるような傾向は確認できなかった
- 試料容器の個体差による影響はないことが判明



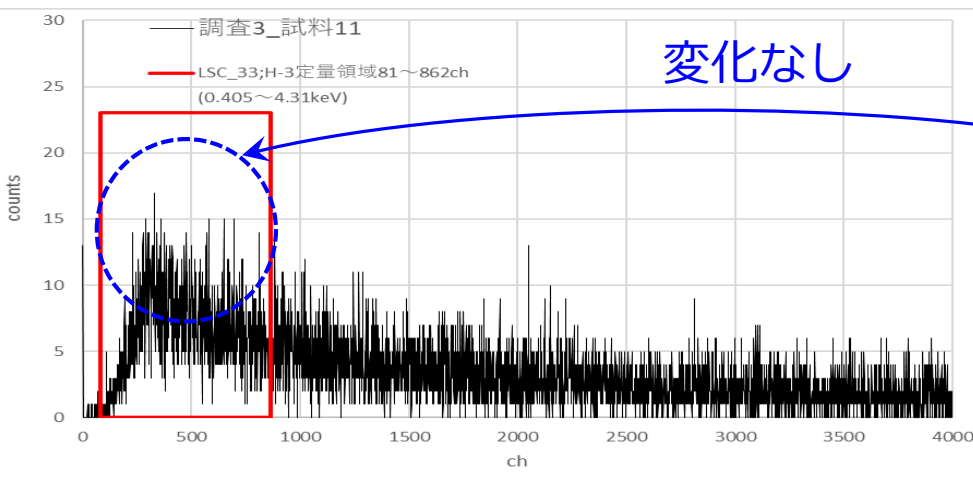
調査④：計測器の状態管理による影響調査結果

- トリチウム試料は、受光によって偽検出が発生することから、計測器の扉開閉による影響を確認したが、偽検出の原因になるような傾向は確認できなかった
- 計測器の状態管理による影響はないことが判明

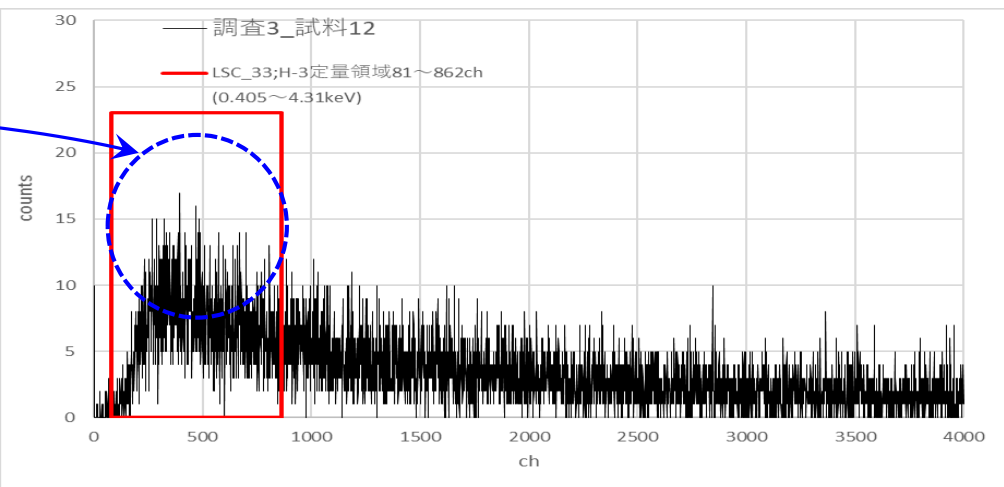


調査⑤：共存核種の影響調査結果

- ▶ 天然の共存核種による影響把握のため、無トリチウム試料水に海藻燃焼時に発生した燃焼液を添加したが、トリチウム計数グラフの変化はなかった
- ▶ 共存核種による影響はないことが判明 (共存核種：I-129、C-14)



無トリチウム水

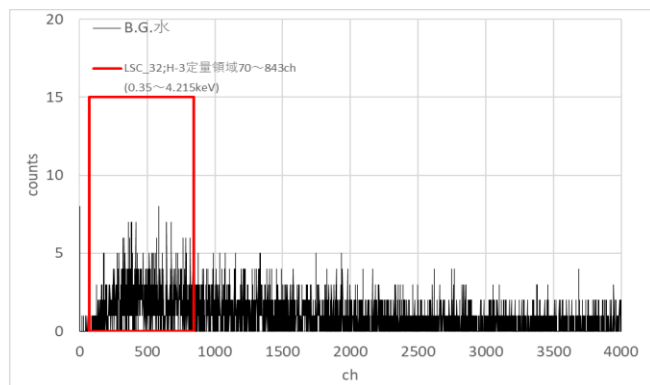


無トリチウム水 + 海藻燃焼水添加

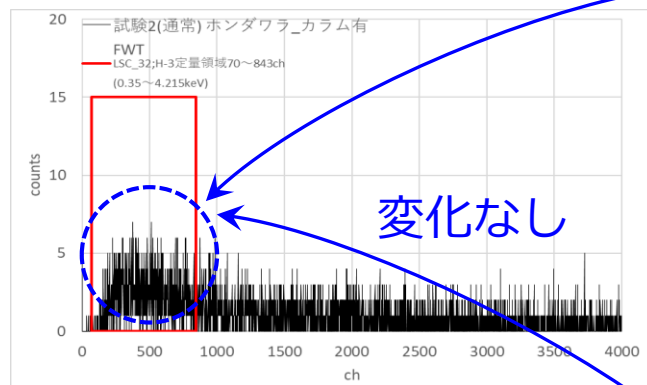
例 共存核種(I-129)による影響有無評価

調査⑥：蒸留温度の影響調査結果

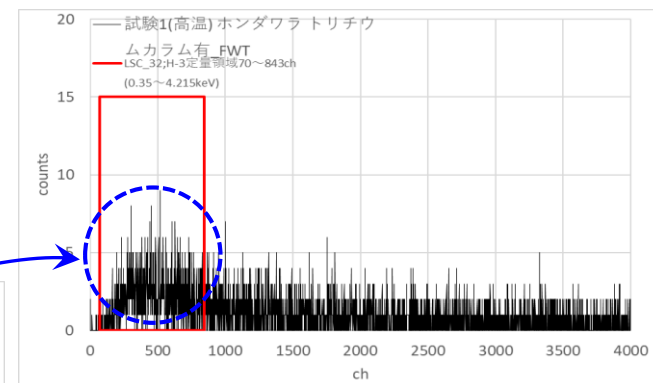
- 蒸留温度を通常温度(100℃)±10℃の幅で変化の有無を確認したが、3通りにおいてトリウム計数グラフの変化はなかった
- 蒸留温度による影響はないことが判明



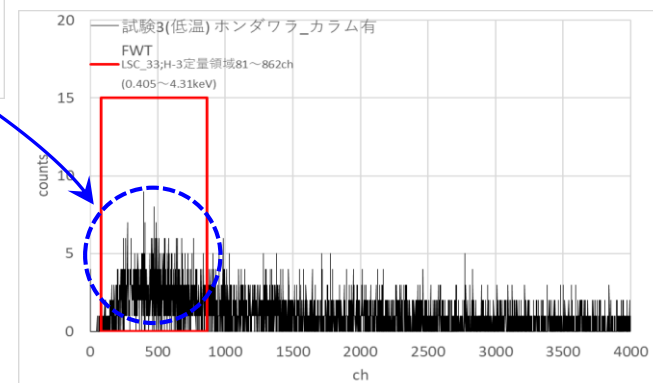
無トリウム水



通常温度



通常温度+10℃



通常温度-10℃

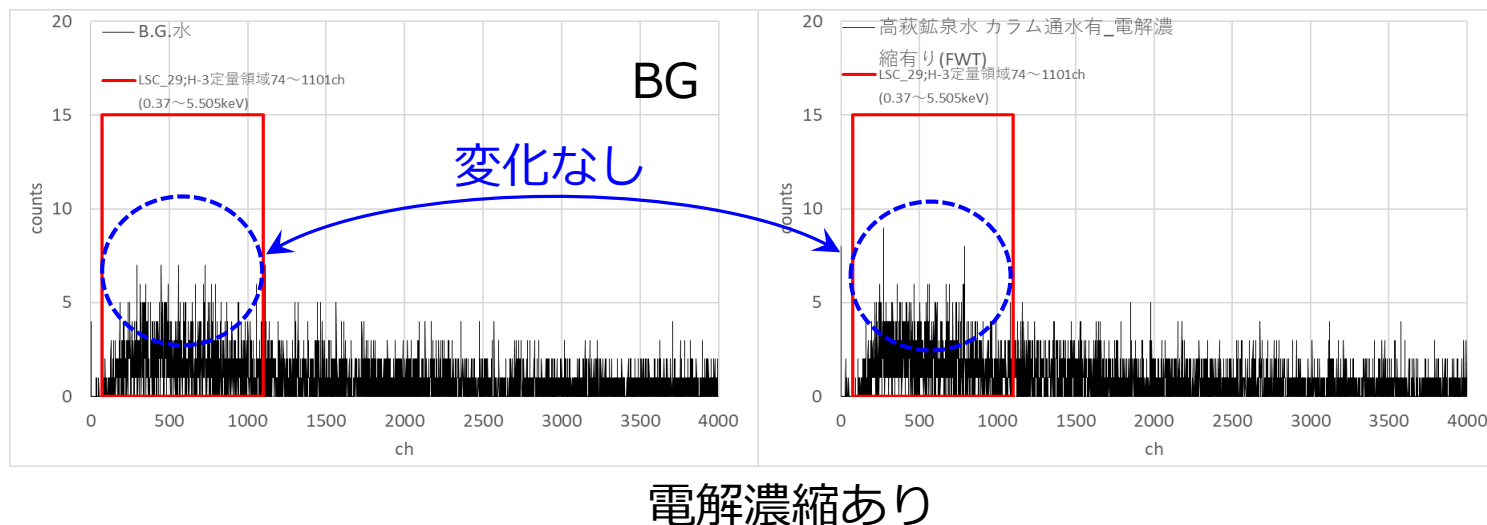
例 蒸留温度による影響有無評価

調査⑦：不純物除去樹脂による効果確認

- 無トリチウム水の蒸留水を試料として、トリチウムカラムへの通水による分析結果を確認したが、トリチウム計数グラフの変化はなかった
- 化学物質の徹底排除を目的にトリチウムカラムを用いた処理手順に変更した場合の副次影響がないことを確認

(単位：Bq/L)

分析試料	電解濃縮	当社
無トリチウム水	電解濃縮あり (FWT相当)	<0.072
	電解濃縮なし (OBT相当)	<0.21



例 トリチウムカラム通水有無による副次影響有無評価

- 海藻由来の不純物による影響はなかった . . . 【調査①】
- 偽検出が確認された試料は、経時的にトリチウム計数値が低下することから、化学反応が原因の可能性がある . . . 【調査②】
- 化学反応の原因になる試薬による影響はなかった . . . 【調査②】
- 試料容器の個体差による影響はなかった . . . 【調査③】
- 計測器の状態管理による影響はなかった . . . 【調査④】
- 天然の共存核種による影響はなかった . . . 【調査⑤】
- 蒸留温度の違いによる影響はなかった . . . 【調査⑥】
- ごく微量の化学物質に起因する偽検出である可能性と推察したため、化学物質の徹底排除を目的にトリチウムカラムを用いた処理手順に変更した場合の副次影響がないことを確認 . . . 【調査⑦】

- これまでの調査結果を踏まえて分析手順を見直し、すでに採取した海藻（2023年4月採取など）の分析を行う
- この分析では、あらためて社外分析機関との比較を行ったうえで、見直した分析手順の検証を行う
- 比較結果に問題がなければ、海藻の分析を開始する予定

【参考】トリチウム分析手順（見直し後）

