

中性子及びトリチウムの測定結果の 比較検証について

核融合科学研究所が実施する重水素ガスを用いたプラズマ実験[第22サイクル]の期間中と期間外に各1回、当委員会として中性子及びトリチウムの測定を実施し、研究所が実施するモニタリング結果と比較した。

○第22サイクルプラズマ実験の期間 令和2年10月15日～令和3年2月18日

※上記期間のうち、重水素ガスを用いたプラズマ実験(重水素実験)は、令和3年1月22日まで実施、以降は軽水素ガスを用いたプラズマ実験を実施

○中性子の測定日及びトリチウム測定用の検体採取日

令和2年 5月20日※(トリチウム測定用検体採取)(重水素実験期間外)

令和2年 9月 2日※(中性子測定)(重水素実験期間外)

令和2年11月18日(重水素実験期間中)

※新型コロナウイルス感染症拡大により中性子測定を延期

中性子測定結果(重水素実験期間外)

測定日: 令和2年9月2日

測定時刻	委員会		研究所				
	サーベイメータ		サーベイメータ		レムカウンタ		³ He ※ 計数管
	カウント 数	線量率 (μ Sv/h)	カウント 数	線量率 (μ Sv/h)	カウント 数	線量率 (μ Sv/h)	カウント数
9:00-10:00	16	0.0030	35	0.0070	24	0.0040	227
10:02-11:02	22	0.0042	40	0.0080	34	0.0056	214
11:02-12:02	16	0.0030	46	0.0092	33	0.0054	254
12:03-13:03	22	0.0042	24	0.0048	37	0.0061	249
13:03-14:03	18	0.0034	17	0.0034	35	0.0058	234
14:04-15:04	15	0.0028	13	0.0026	39	0.0064	224
15:04-16:04	16	0.0030	21	0.0042	26	0.0043	226
16:05-17:05	22	0.0042	11	0.0022	39	0.0064	197

サーベイメータとレムカウンタのカウント数の差は、機器由来の誤差及びパルス計数値の統計誤差の範囲内である。
委員会と研究所のサーベイメータのカウント数の差は有意ではない。

※ ³He計数管(ヘリウム3比例計数管(減速材付))は、高い感度の実現を目的として設計された計数管であり、サーベイメータの10倍程度の感度を持つが、 μ Sv/hに換算できる仕様の計数管ではないため、参考データとして掲載している。

中性子測定結果(重水素実験期間中)

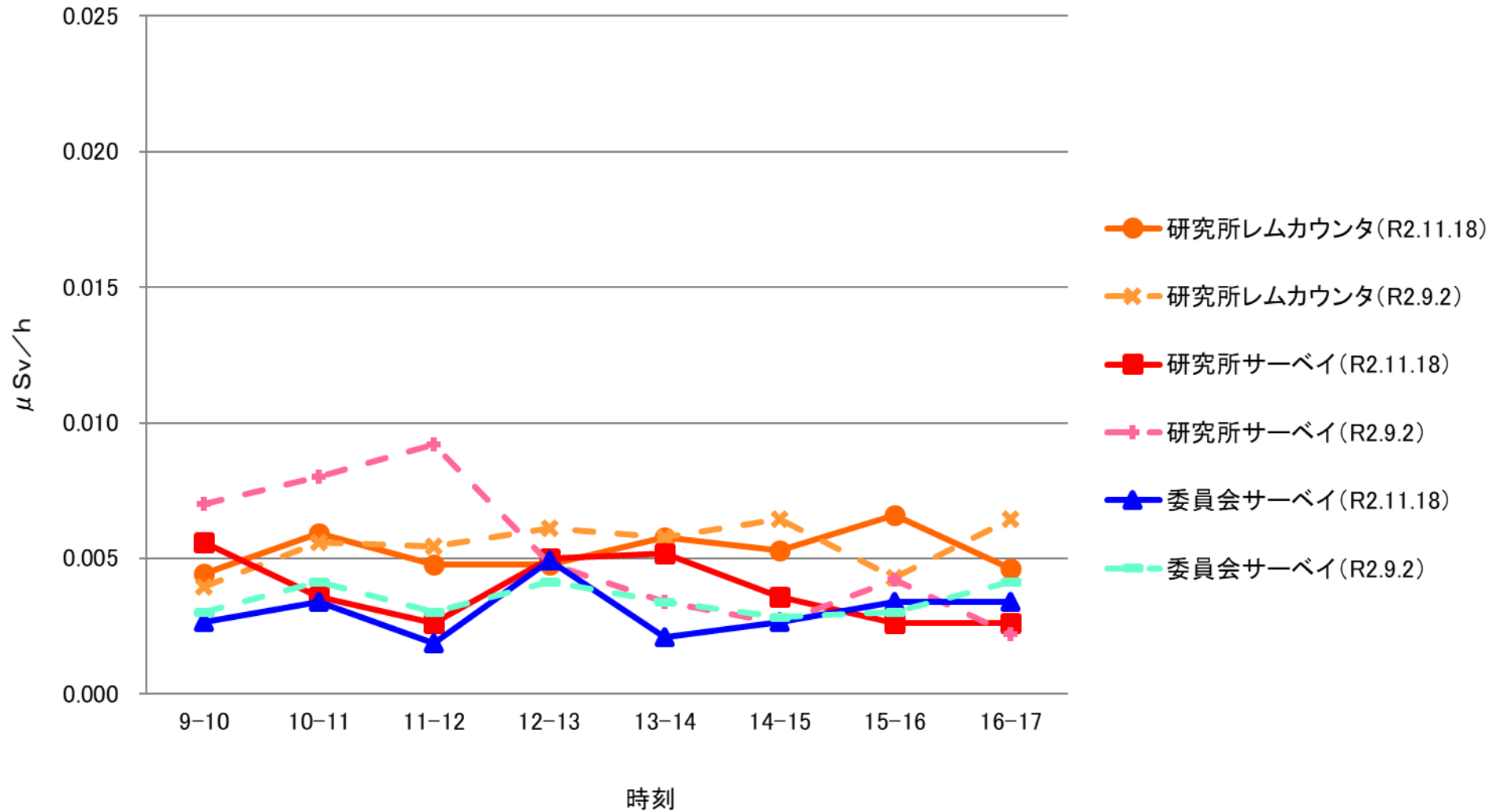
測定日: 令和2年11月18日

測定時刻	委員会		研究所					<参考> 重水素実験の状況	
	サーベイメータ		サーベイメータ		レムカウンタ		³ He ※ 計数管	放電 回数	中性子 発生量 の計 (個)
	カウント 数	線量率 (μ Sv/h)	カウント 数	線量率 (μ Sv/h)	カウント 数	線量率 (μ Sv/h)	カウント数		
09:00-10:00	14	0.0026	28	0.0056	27	0.0045	197	3	5.60×10^{15}
10:00-11:00	18	0.0034	18	0.0036	36	0.0059	237	19	2.84×10^{16}
11:01-12:01	10	0.0019	13	0.0026	29	0.0048	224	19	2.88×10^{16}
12:01-13:01	26	0.0049	25	0.0050	29	0.0048	240	12	2.13×10^{16}
13:02-14:02	11	0.0021	26	0.0052	35	0.0058	212	14	3.20×10^{16}
14:02-15:02	14	0.0026	18	0.0036	32	0.0053	236	15	3.14×10^{16}
15:03-16:03	18	0.0034	13	0.0026	40	0.0066	191	18	2.51×10^{16}
16:03-17:03	18	0.0034	13	0.0026	28	0.0046	204	9	1.35×10^{16}

サーベイメータとレムカウンタのカウント数の差は、機器由来の誤差及びパルス計数値の統計誤差の範囲内である。
委員会と研究所のサーベイメータのカウント数の差は有意ではない。

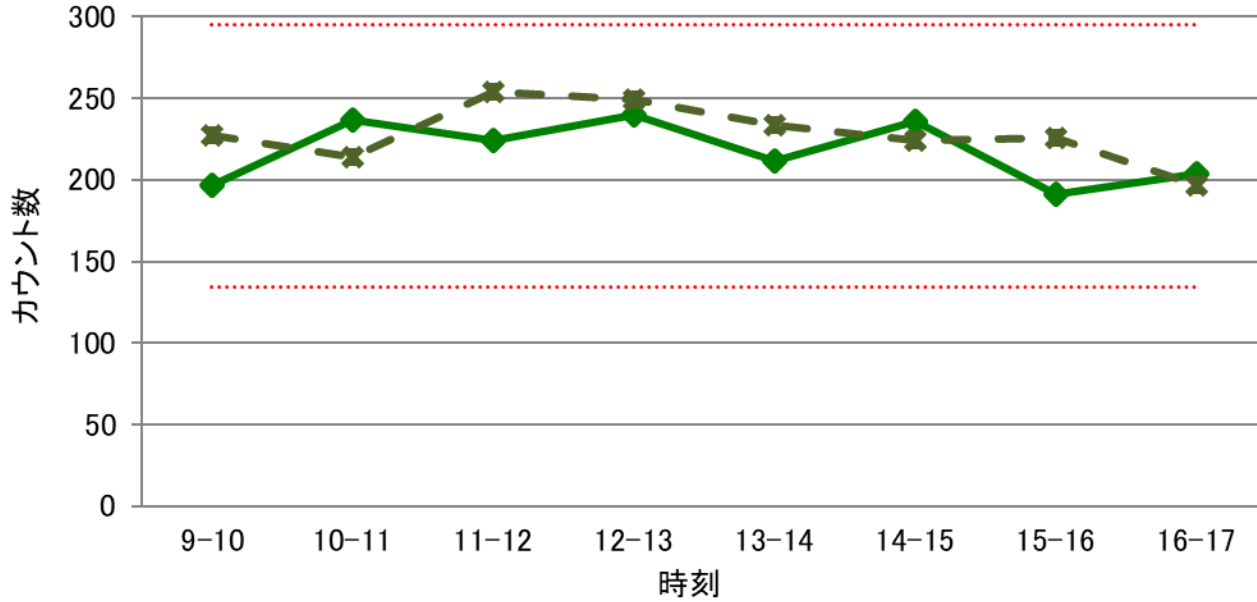
※ ³He計数管(ヘリウム3比例計数管(減速材付))は、高い感度の実現を目的として設計された計数管であり、サーベイメータの10倍程度の感度を持つが、 μ Sv/hに換算できる仕様の計数管ではないため、参考データとして掲載している。

1時間値の比較(線量率)



※ R2.11.18: 重水素実験期間中、R2.9.2: 重水素実験期間外

参考) 1時間値の比較 (³He計数管カウント数)



最大値 : 295

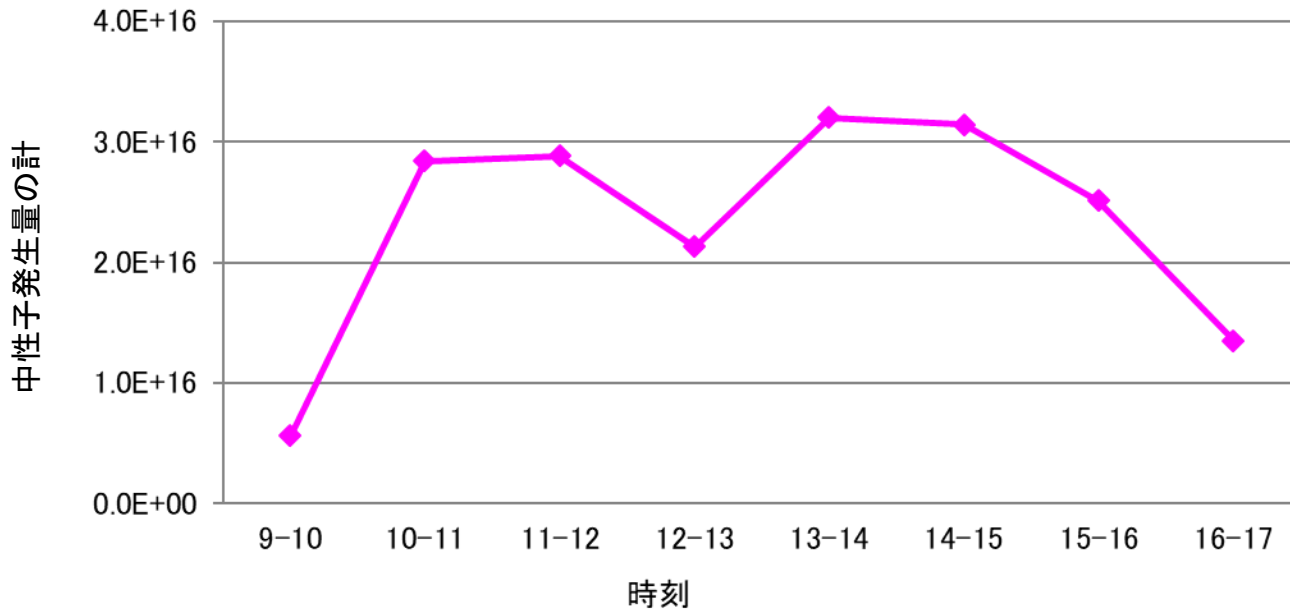
平均値 : 201.7

標準偏差 : 19.1

最小値 : 134

※ 上記の平均値等は重水素実験開始前
(H26.7.1~H28.11.30)のデータから算出

- ◆ 研究所3He計数管(R2.11.18)
- ★ 研究所3He計数管(R2.9.2)

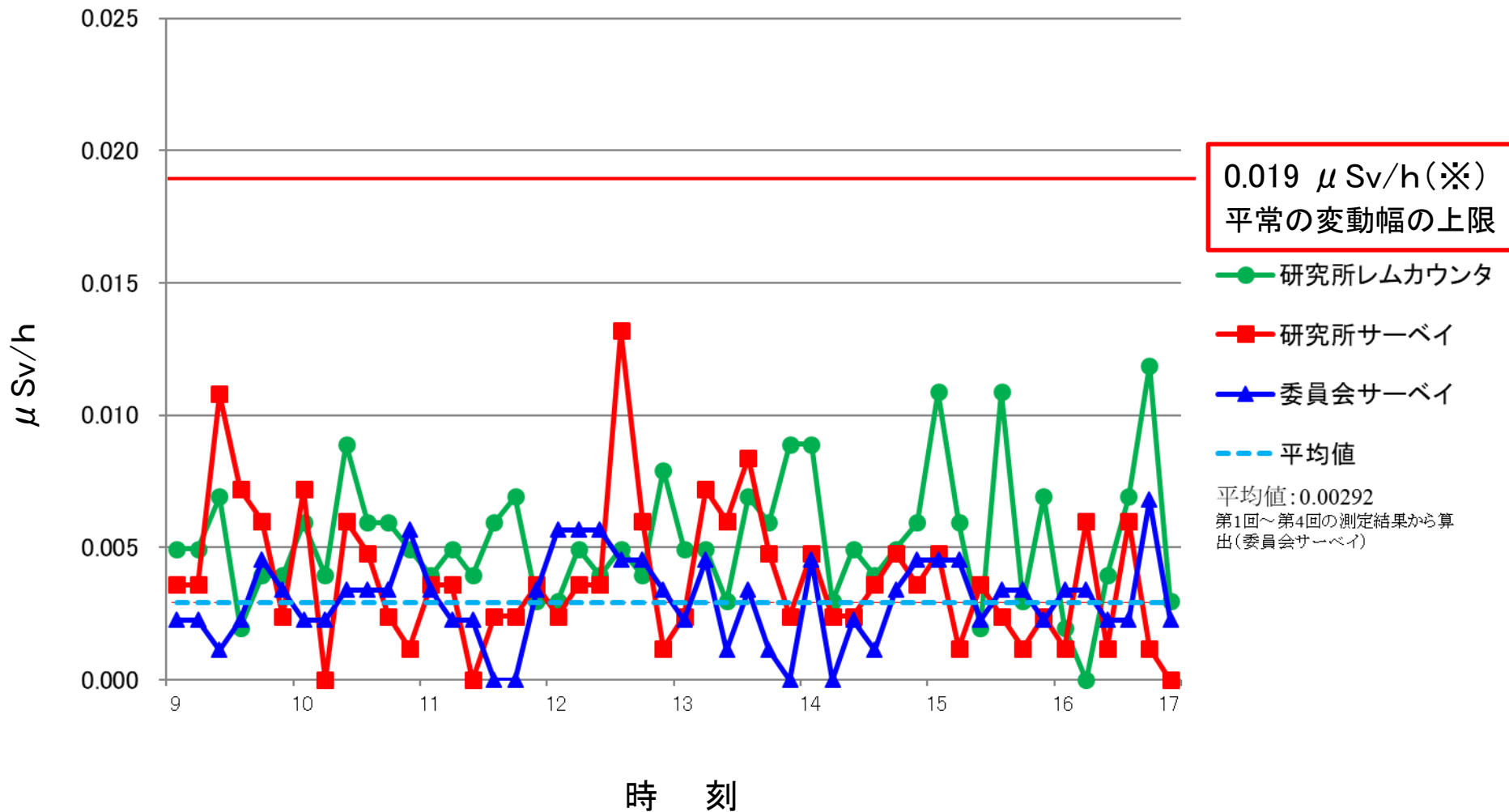


参考) 1時間あたり 中性子発生量の計

- ◆ 中性子発生量の計

10分値の比較(線量率)

測定日: 令和2年11月18日

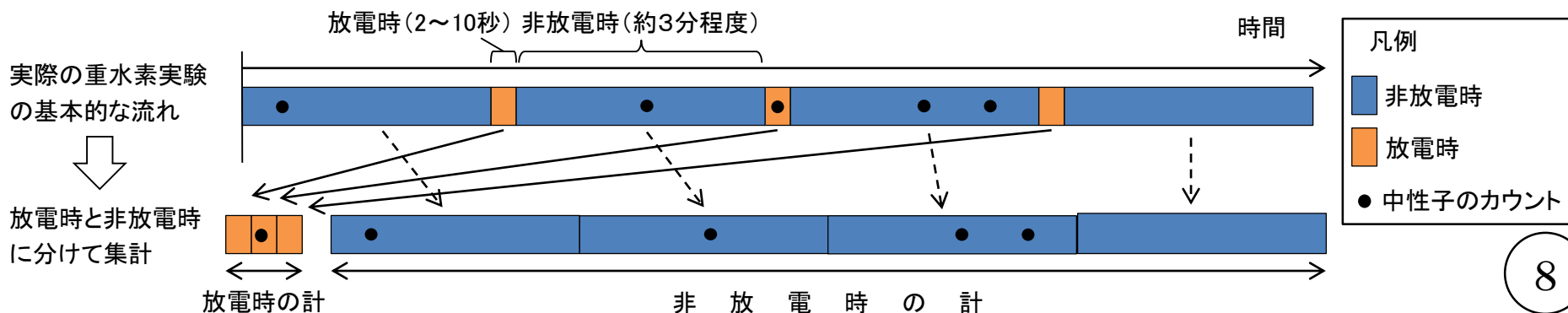


※平常の変動幅の上限: 2014年から2016年レムカウンタの測定値の最大値を採用

参考) 重水素実験期間中の放電時及び非放電時の中性子カウント数

		重水素実験期間中(R2.11.18)※			<参考> 重水素実験期間外 (R2.9.2)の カウント率(個/秒)
		測定時間の計(秒) [A]	カウント数の計(個) [B]	カウント率(個/秒) [B/A]	
委員会 サーベイメータ	放電時	458	4	0.0087	0.0051
	非放電時	28,342	125	0.0044	
	合 計	28,800	129	0.0045	
研究所 サーベイメータ	放電時	458	2	0.0044	0.0072
	非放電時	28,342	152	0.0054	
	合 計	28,800	154	0.0053	
研究所 レムカウンタ	放電時	458	4	0.0087	0.0093
	非放電時	28,342	252	0.0089	
	合 計	28,800	256	0.0089	

※ R2.11.18の測定データを放電時(合計109回:放電1回あたりの測定時間2秒~10秒)と非放電時に分け、各々カウント数を集計



参考) 放電1回あたりの中性子発生量と中性子カウント数 ※1

測定日: 令和2年11月18日

放電1回あたりの 中性子発生量 ※2 (個)	放電回数	委員会	研究所	
		放電1回あたりの サーベイメータ カウント数	放電1回あたりの サーベイメータ カウント数	放電1回あたりの レムカウンタ カウント数
2.5×10^{15} 以上	20	0	0~1	0~1
$1.0 \times 10^{15} \sim 2.5 \times 10^{15}$	69	0~1	0~1	0~1
$7.5 \times 10^{14} \sim 1.0 \times 10^{15}$	2	0	0	0
$5.0 \times 10^{14} \sim 7.5 \times 10^{14}$	2	0	0	0
$2.5 \times 10^{14} \sim 5.0 \times 10^{14}$	6	0	0	0
$1.0 \times 10^{14} \sim 2.5 \times 10^{14}$	2	0	0	0
1.0×10^{14} 未満	8	0~1	0	0

※1 放電1回(測定時間2秒~10秒程度)あたりの中性子発生量を7階級に分け、各階級の放電回数と放電1回あたりの中性子カウント数の最小値~最大値を示した。

※2 放電1回あたりの中性子発生量の最小値は 1.7×10^{12} 個、最大値は 3.3×10^{15} 個

トリチウム測定用環境水の採取場所



トリチウム測定結果（重水素実験期間外）

トリチウム濃度（単位 Bq/L）

採水日：令和2年5月20日

試料	委員会	検出下限値	研究所	検出下限値	備考
F-1	0.38±0.022	0.056	0.38±0.09	0.25	研究所周辺環境水中トリチウム濃度範囲（2000年～2016年） 1.4Bq/L以下
F-2	0.38±0.022	0.056	0.38±0.09	0.25	
A-4	0.31±0.021	0.055	0.34±0.09	0.25	
A-3	0.36±0.022	0.056	0.52±0.09	0.25	
Z	0.25±0.021	0.056	0.35±0.09	0.25	

測定方法

	委員会	研究所
前処理	電解濃縮法	蒸留法
測定装置	LSC-LB7	LSC-LB7
測定時間	50分×10回 = 500分	50分×15回×2サイクル = 1500分
計数効率(%)	27.39(F-1,A-3) 27.37(F-2) 27.43(A-4,Z)	20.3(F-1,Z) 20.2(F-2,A-3) 20.5(A-4)

トリチウム測定結果(重水素実験期間中)

トリチウム濃度 (単位 Bq/L)

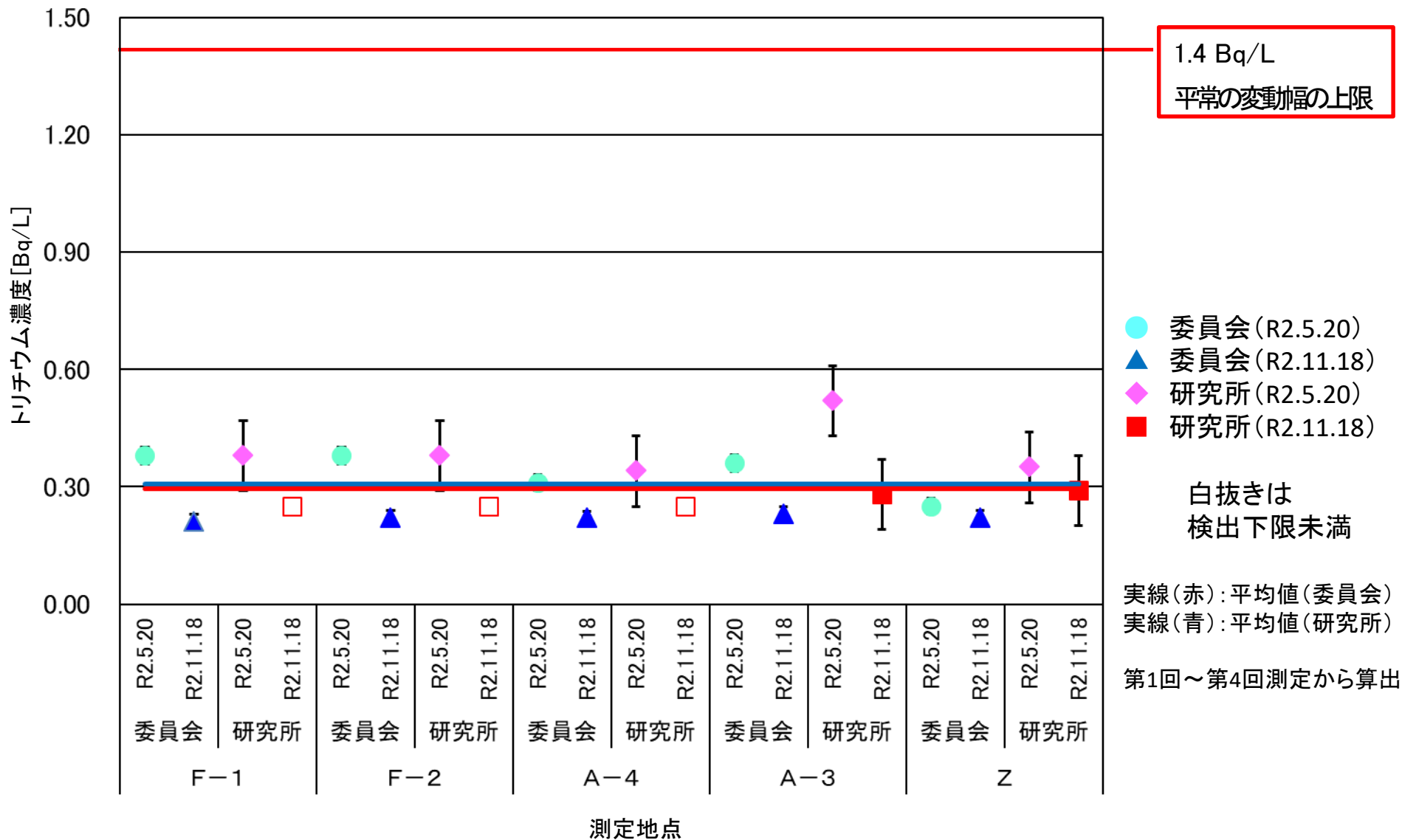
採水日: 令和2年11月18日

試料	委員会	検出下限値	研究所	検出下限値	備考
F-1	0.21±0.019	0.052	<0.25	0.25	研究所周辺 環境水中トリ チウム濃度 範囲(2000年 ~2016年) 1.4Bq/L以下
F-2	0.22±0.019	0.050	<0.25	0.25	
A-4	0.22±0.018	0.050	<0.25	0.25	
A-3	0.23±0.019	0.056	0.28±0.09	0.25	
Z	0.22±0.019	0.052	0.29±0.09	0.25	

測定方法

	委員会	研究所
前処理	電解濃縮法	蒸留法
測定装置	LSC-LB5	LSC-LB7
測定時間	50分×10回 = 500分	50分×15回×2サイクル = 1500分
計数効率(%)	32.73(F-1) 32.66(F-2) 32.75(A-4) 32.67(A-3)、32.71(Z)	19.9(F-1) 20.0(F-2,Z) 20.1(A-3,A-4)

環境水中トリチウム濃度



※ R2.5.20: 重水素実験期間外、R2.11.18: 重水素実験期間中
平常の変動幅の上限: 2000年から2016年の測定値の最大値を採用

まとめ

○中性子について

- ・1時間値について、重水素実験期間中と期間外に行った測定結果との間には、大きな変化は認められなかった。また、重水素実験に伴い発生する中性子の量との相関も認められなかった。
- ・重水素実験期間中に、平常の変動幅の上限($0.019 \mu\text{ Sv/h}$)を超える値は認められなかった。

○トリチウムについて

- ・重水素実験期間中と期間外に行った測定結果との間には、大きな変化は認められなかった。
- ・平常の変動幅の上限(1.4 Bq/L)を超える値は認められなかった。

中性子サーベイメータの機種変更について

現行測定機器の保守に関して、メーカーから終了を示唆されたことから、新たに測定機器を取得した。

変更後測定機器は、令和3年5月(予定)の安全監視委員会による中性子測定から使用する予定。



現行測定機器
日立 TSP-451BS



変更後測定機器
日立 TSP-1451

主な変更点

測定データ^{※1}の取得方法

(現行測定機器)

- ・現行測定機器は測定データを機器内部において保存ができないため、マルチチャンネルアナライザ^{※2}を接続し専用のソフトウェアを介し、測定データをPCにおいて確認。
- ・1秒毎の測定データの取得が可能。

(変更後測定機器)

- ・測定機器内部において、測定データの保存が可能。測定データはUSBコネクタからPCへ出力することが可能。
- ・1秒毎の測定データの取得が困難^{※3}

次年度以降は



「スライド8 参考）重水素実験期間中の放電時及び非放電時の中性子カウント数」及び「スライド9 参考）放電1回あたりの中性子発生量と中性子カウント数」の比較が無くても、研究所測定と比較検証に支障がないことから作成は行わない。

※1 測定データとは中性子のカウント数

※2 AMPTEK社製(米国) ポケットMCA MCA8000D型

※3 リピート測定は1～5回で設定は可能であるが、1秒毎で設定した場合5秒分のデータのみ取得となるため、現実的ではない。