

放射能クロスチェック  
報告書追補編  
(計数誤差と下限値)

平成 27 年 1 月

(一社) 日本環境測定分析協会  
放射能測定分析技術研究会

## 目 次

1. 計数誤差.....	1
1.1 測定濃度と計測誤差.....	1
1.2 測定時間と計数誤差.....	1
2. 下限値.....	7
2.1 測定濃度と下限値 .....	7
2.2 測定時間と下限値 .....	7

はじめに

測定結果における計数誤差と下限値について、クロスチェック 1 回目から 3 回目のデータを用いて検討を行った。

## 1. 計数誤差

### 1.1 測定濃度と計測誤差

クロスチェック 1 回目から 3 回目までの測定値に対する計測誤差を表 1.1 に示した。

測定濃度が高い場合は、計数誤差の値も大きくなるため、測定値に対する誤差の占める割合はある濃度まで変わらない。測定濃度が低かった第 3 回クロスチェックの Cs-134 の測定におけるピーク面積は、測定時間 3,600 秒で 110cnt 程度、計数誤差 12cnt 程度、Cs-137 の測定におけるピーク面積は 270cnt 程度、計数誤差 17cnt 程度であった。測定値が低く、下限値に近くなると誤差の占める割合も高くなる。

表 1.1 誤差範囲

項目	クロスチェック	平均値 (Bq/L・kg)	誤差範囲 (Bq/L・kg)	誤差率 (%)
Cs-134	1 回目	195	±6.8	±3.4
	2 回目	14.6	±0.60	±4.1
	3 回目試料 1	2.1	±0.22	±10.7
	3 回目試料 2	2.5	±0.25	±9.9
Cs-137	1 回目	317	±8.8	±2.8
	2 回目	32.6	±0.93	±2.9
	3 回目試料 1	6.4	±0.39	±6.0
	3 回目試料 2	7.7	±0.43	±5.6

注) 1 回目 Bq/kg、2 回目、3 回目 Bq/L

### 1.2 測定時間と計数誤差

測定時間と計数誤差の関係を、測定時間を横軸に示した結果を図 1.1～1.8 に示した。

第 1 回クロスチェック～第 3 回クロスチェックにおける測定時間（概ね 3600 秒未満、3600 秒、36000 秒以上に別けて集計）毎の下限値を表 1.2 (1)、表 1.2 (2) に示した。

各回とも測定時間が長くなると共に、計数誤差は小さくなる。

z スコアが|3|を超えた値は、測定時間が短いものの方が多く発生しており放射性物質の崩壊の確率的要素が影響していることが考えられる。

精度良い測定をするには、測定時間を長くすれば良いが、必要とされる精度を考慮し、測定時間を設定すると良い。

表 1.2 (1) 測定時間と計数誤差 (1)

第 1 回クロスチェック			第 2 回クロスチェック		
測定時間 (秒)	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	測定時間 (秒)	Cs-134 (Bq/L)	Cs-137 (Bq/L)
3600 未満	±11.5	±15.1	3600 未満	±0.73	±1.12
3600～21600	±6.5	±8.6	3600	±0.56	±0.88
36000 以上	±2.4	±3.1	10000 以上	±0.22	±0.35

表 1.2 (2) 測定時間と計数誤差 (2)

第 3 回クロスチェック 試料 1			第 3 回クロスチェック 試料 2		
測定時間 (秒)	Cs-134 (Bq/L)	Cs-137 (Bq/L)	測定時間 (秒)	Cs-134 (Bq/L)	Cs-137 (Bq/L)
3600 未満	±0.28	±0.47	3600 未満	±0.32	±0.52
3600～7200	±0.22	±0.38	3600～7200	±0.24	±0.43
36000 以上	±0.07	±0.12	36000 以上	±0.08	±0.14

注) 測定時間において例えば第 1 回クロスチェックの 21600 秒と次の 36000 秒に間がありますが、その間の測定結果はありません。

第1回クロスチェック結果

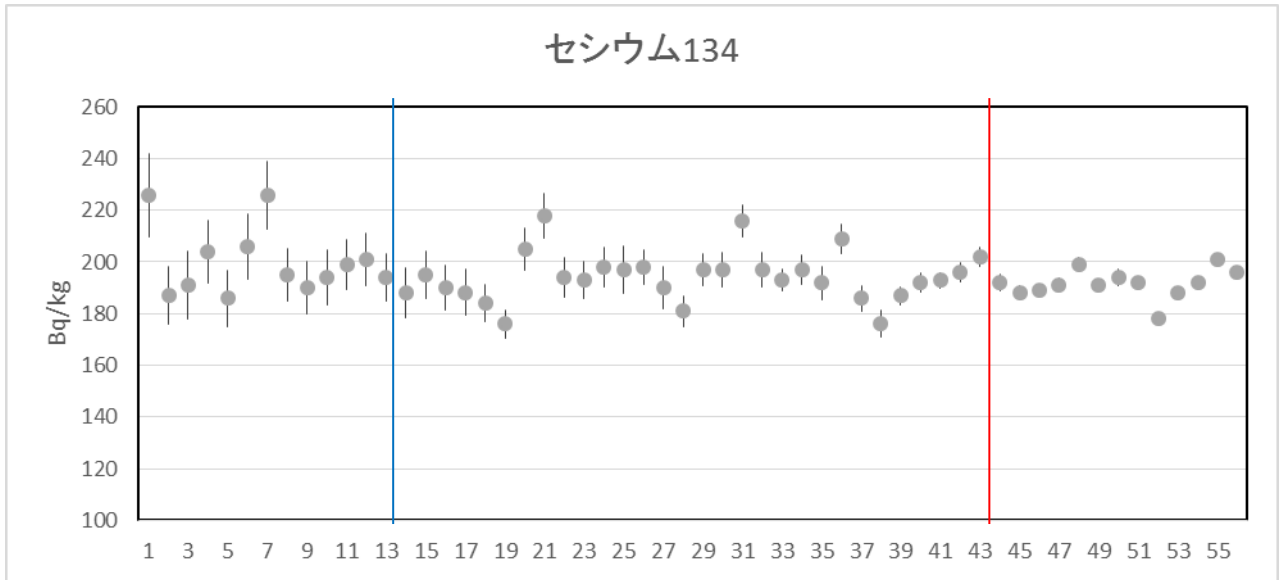


図 1.1 第1回クロスチェック誤差範囲 (Cs-134)

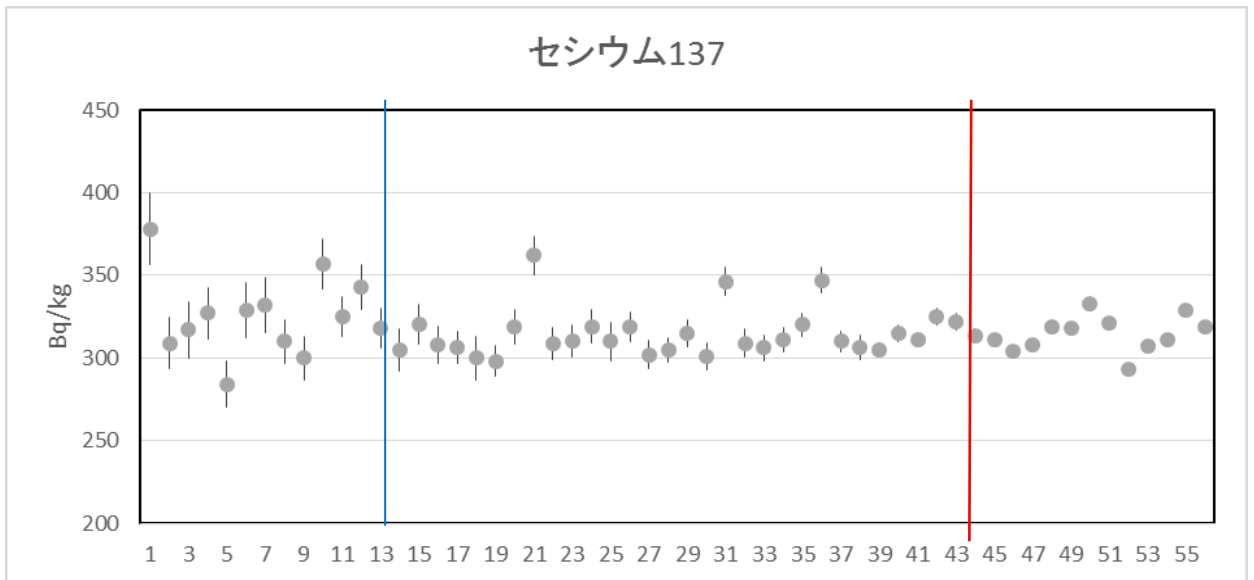


図 1.2 第1回クロスチェック誤差範囲 (Cs-137)

第1回クロスチェック測定結果の測定時間が短い順に表示した図を示す。青線は3,600秒、赤線は36,000秒を示す。

第2回クロスチェック結果

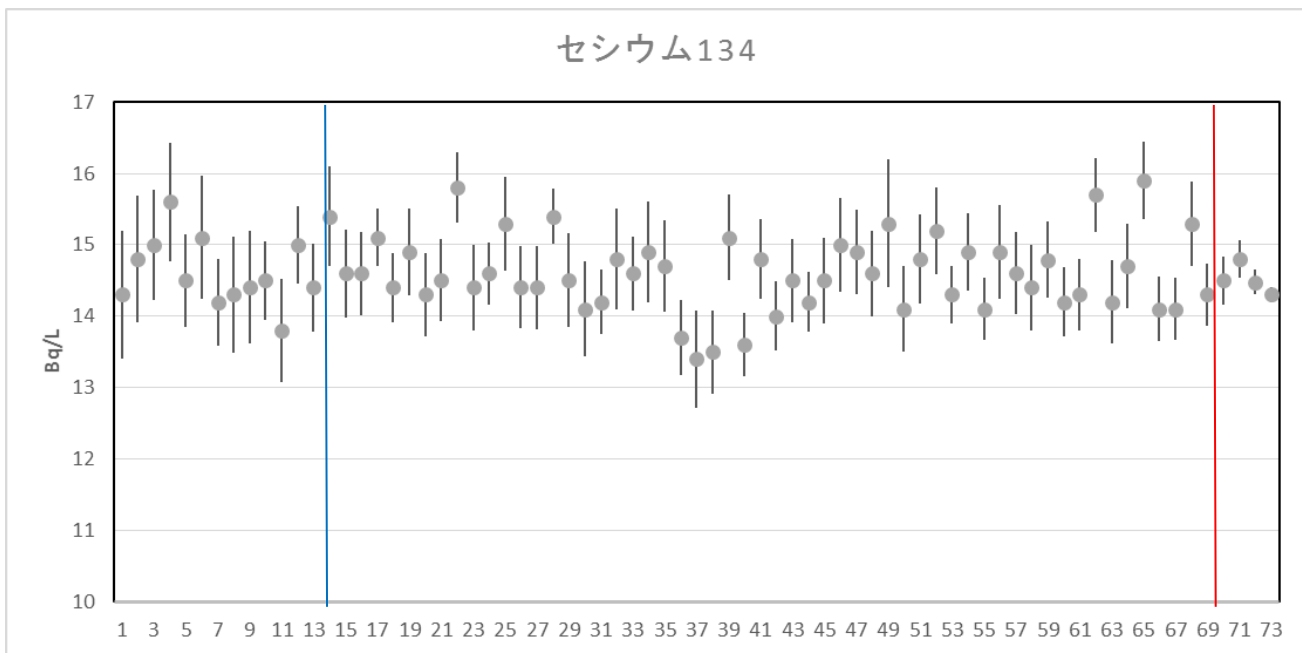


図 1.3 第2回クロスチェック誤差範囲 (Cs-134)

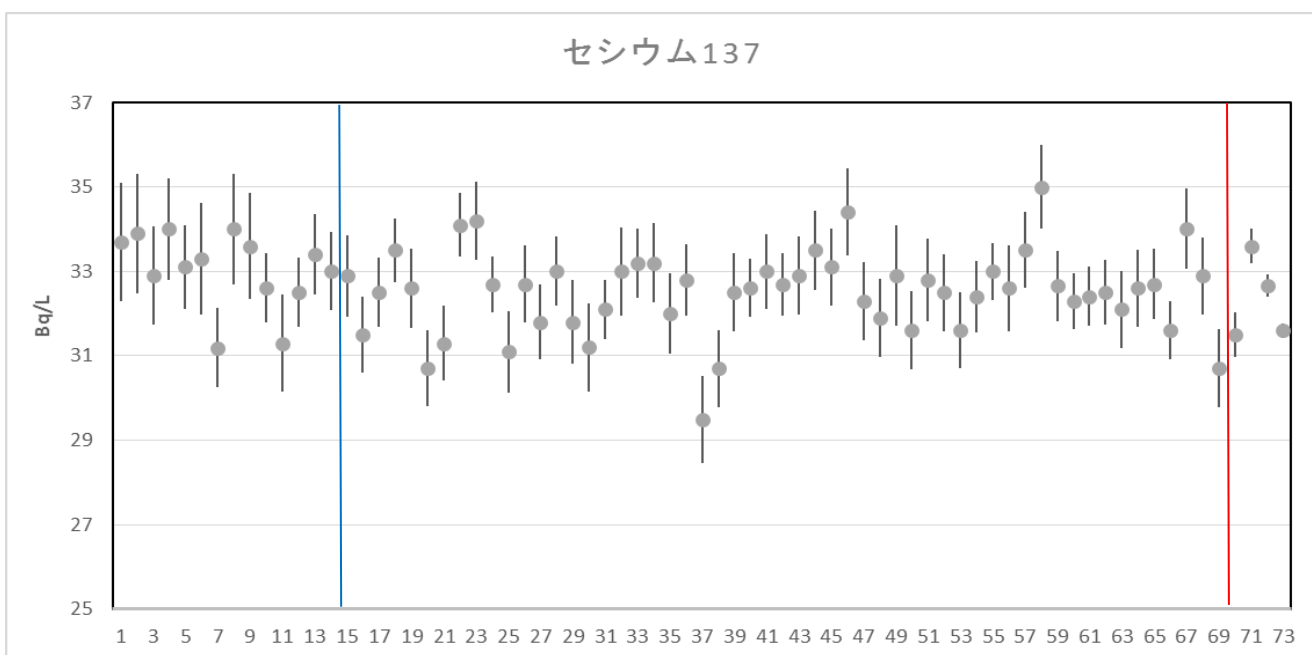


図 1.4 第2回クロスチェック誤差範囲 (Cs-137)

第2回クロスチェック測定結果の測定時間が短い順に表示した図を示す。青線は3,600秒、赤線は10,000秒を示す。

第3回クロスチェック結果

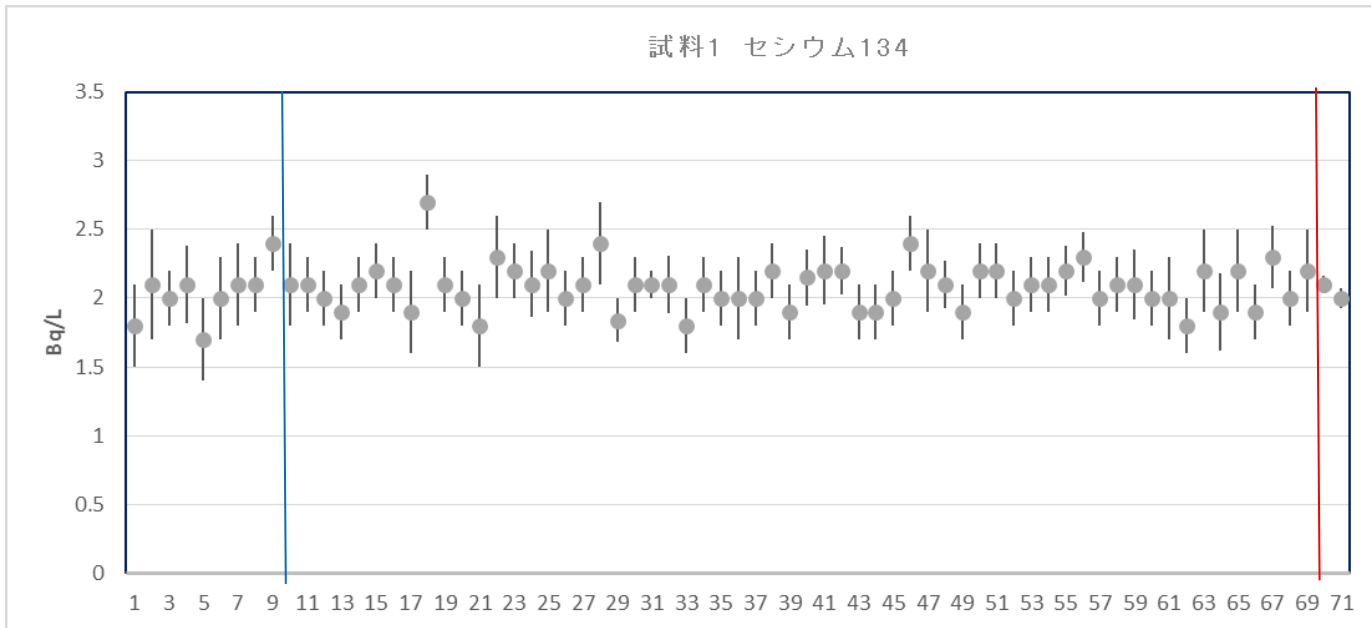


図 1.5 第3回クロスチェック (試料1) 誤差範囲 (Cs-134)

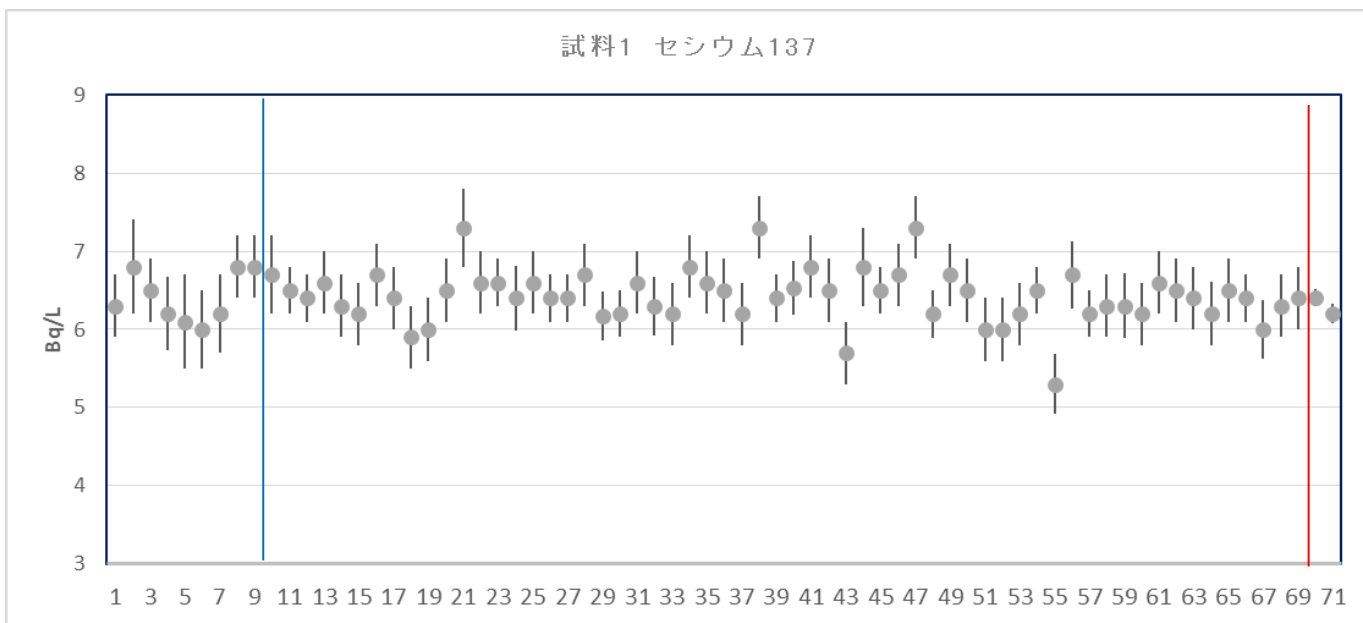


図 1.6 第3回クロスチェック (試料1) 誤差範囲 (Cs-137)

第3回クロスチェック測定結果(試料1)の測定時間が短い順に表示した図を示す。青線は3,600秒、赤線は36,000秒を示す。

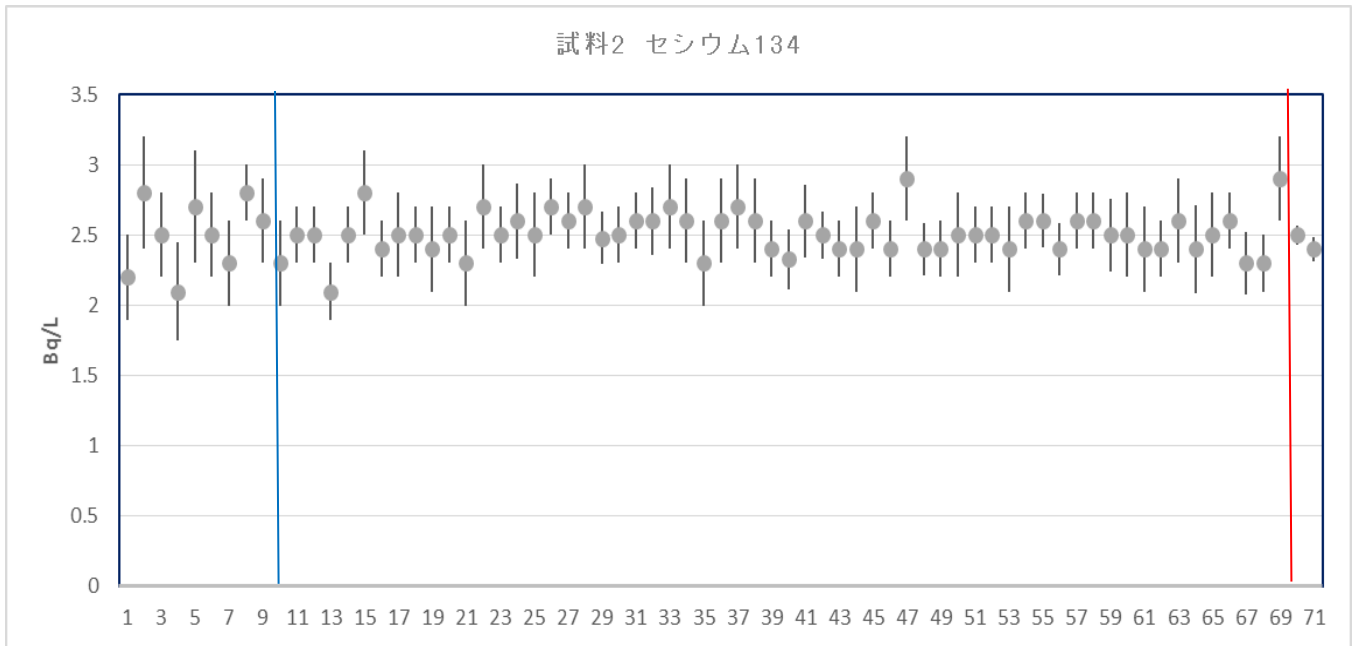


図 1.7 第3回クロスチェック（試料2）誤差範囲（Cs-134）

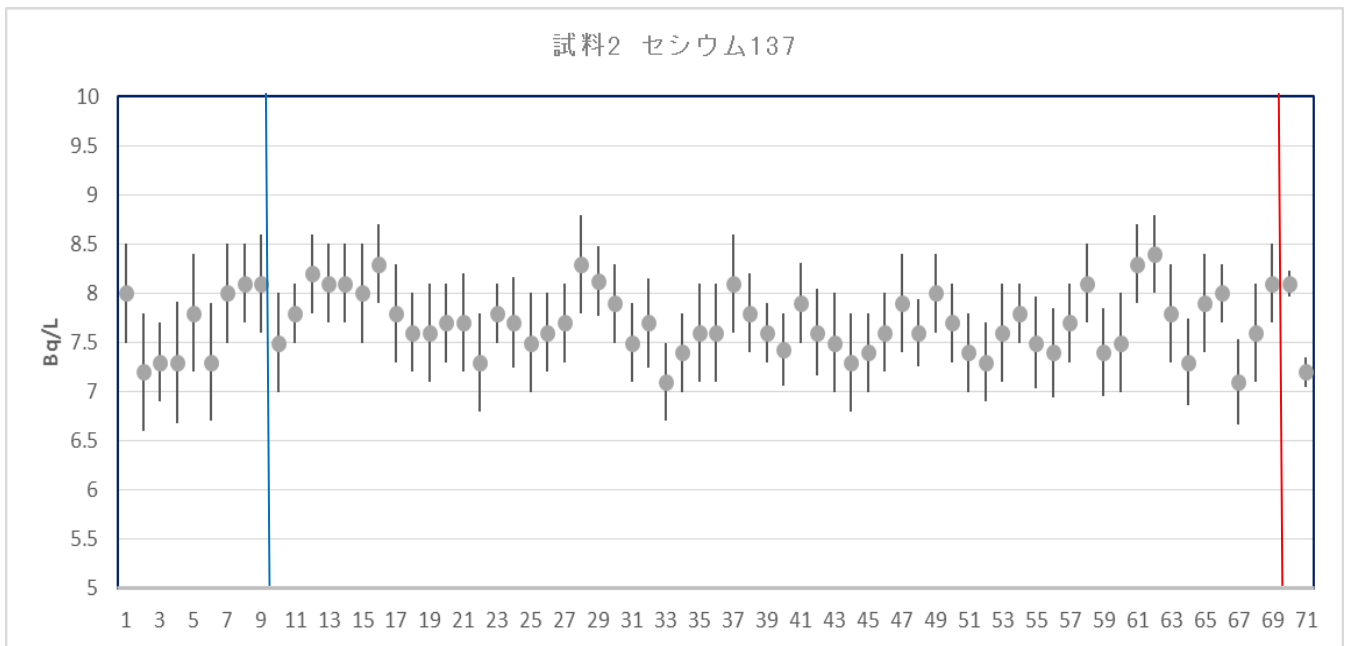


図 1.8 第3回クロスチェック（試料2）誤差範囲（Cs-137）

第3回クロスチェック測定結果（試料2）の測定時間が短い順に表示した図を示す。青線は 3,600 秒、赤線は 36,000 秒を示す。



## 2. 下限値

### 2.1 測定濃度と下限値

クロスチェック 1 回目から 3 回目までの測定値に対する下限値の値を表 2.1 に示した。測定値に下限値が占める割合は、第 1 回、第 2 回クロスチェックでは概ね同じ割合を示しているが、測定濃度が低かった第 3 回クロスチェックでは、その割合が高くなっている。特に濃度が低い Cs-134 の割合が高い。

表 2.1 測定濃度と下限値

項目	クロスチェック	平均値 (Bq/L・kg)	下限値 (Bq/L・kg)	下限値の占める割合 (%)
Cs-134	1 回目	195	9.1	4.7
	2 回目	14.6	0.82	5.6
	3 回目試料 1	2.1	0.50	23.1
	3 回目試料 2	2.5	0.50	20.0
Cs-137	1 回目	317	8.3	2.6
	2 回目	32.6	0.78	2.4
	3 回目試料 1	6.4	0.5	7.8
	3 回目試料 2	7.7	0.5	6.5

注) 1 回目 Bq/kg、2 回目、3 回目 Bq/L

### 2.2 測定時間と下限値

測定所間と下限値の関係を図 2.1～2.8 に示した。

一般に測定時間が  $n$  倍になれば、その他の条件が同一ならば検出下限値は  $1/\sqrt{n}$  程度になるといわれている。第 1 回クロスチェック～第 3 回クロスチェックにおける測定時間（概ね 3600 秒未満、3600 秒、36000 秒以上に別けて集計）毎の下限値を表 2.2 (1)、表 2.2 (2) に示した。

各回の測定時間と下限値の関係は、概ね理論値に示された値となっていた。

低濃度の試料を精度よく測定するには、ある程度測定時間を長くする必要がある。

表 2.2 (1) 測定時間と検出下限値 (1)

第 1 回クロスチェック			第 2 回クロスチェック		
測定時間 (秒)	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	測定時間 (秒)	Cs-134 (Bq/L)	Cs-137 (Bq/L)
3600 未満	15.8	14.7	3600 未満	0.94	0.88
3600～21600	8.5	7.6	3600	0.76	0.71
36000 以上	3.5	3.3	10000 以上	0.26	0.23

表 2.2 (2) 測定時間と検出下限値 (2)

第 3 回クロスチェック 試料 1			第 3 回クロスチェック 試料 2		
測定時間 (秒)	Cs-134 (Bq/L)	Cs-137 (Bq/L)	測定時間 (秒)	Cs-134 (Bq/L)	Cs-137 (Bq/L)
3600 未満	0.67	0.70	3600 未満	0.70	0.72
3600～7200	0.50	0.48	3600～7200	0.48	0.49
36000 以上	0.17	0.18	36000 以上	0.17	0.18

第1回クロスチェック結果

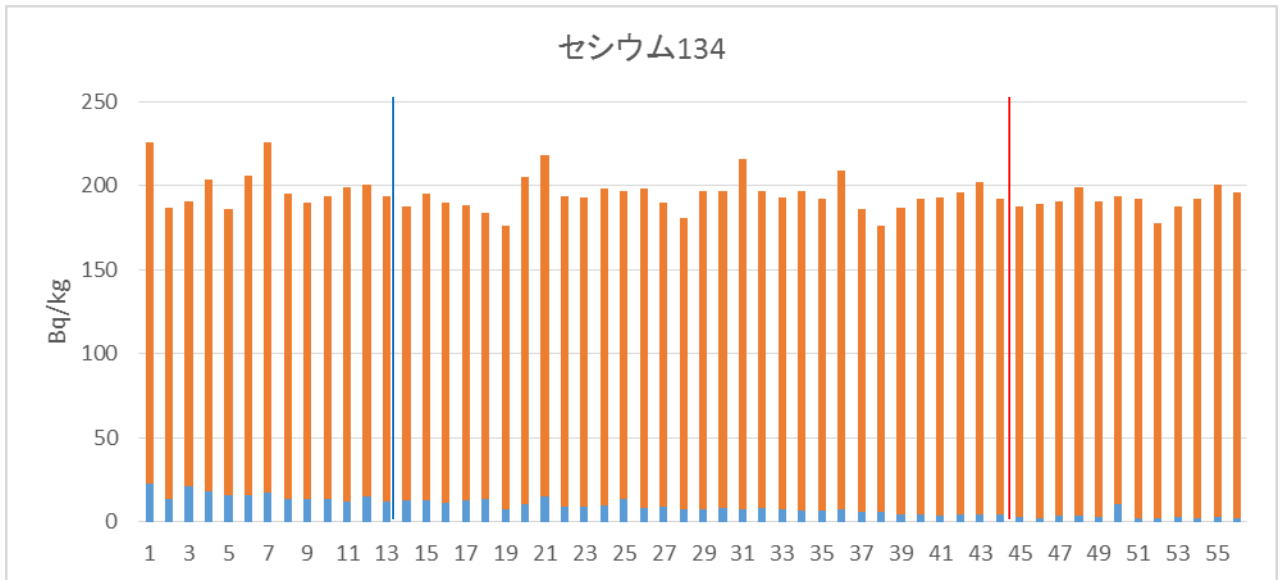


図 2.1 第1回クロスチェック下限値 (Cs-134)

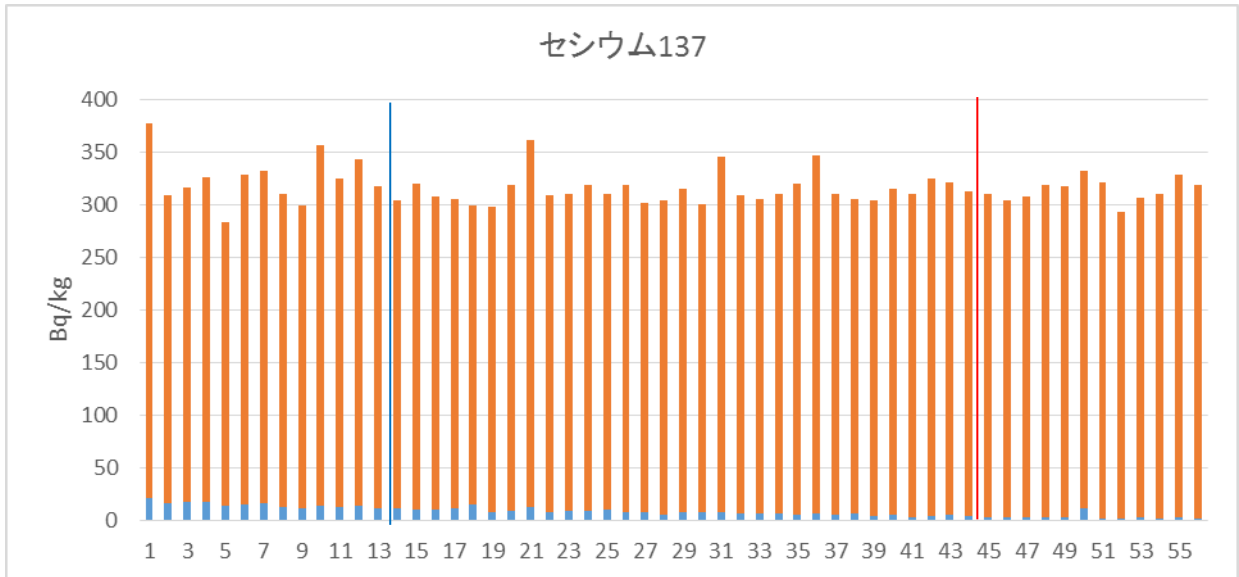


図 2.2 第1回クロスチェック下限値 (Cs-137)

第1回クロスチェック測定結果の測定時間が短い順に表示した図を示す。青線は3,600秒、赤線は36,000秒を示す。

第2回クロスチェック結果

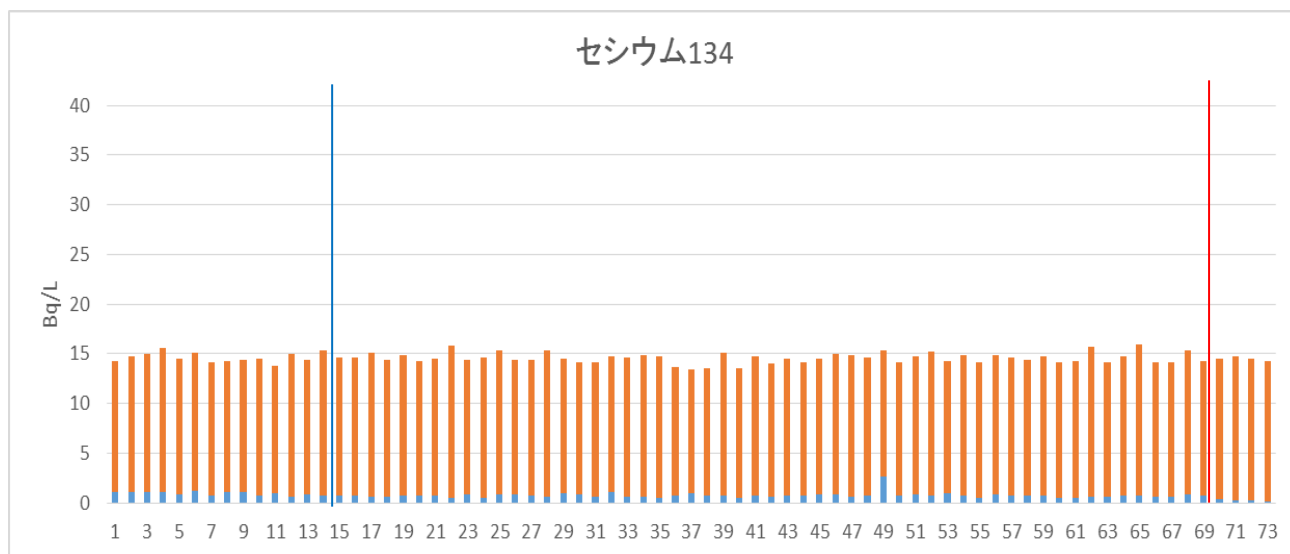


図 2.3 第2回クロスチェック下限値 (Cs-134)

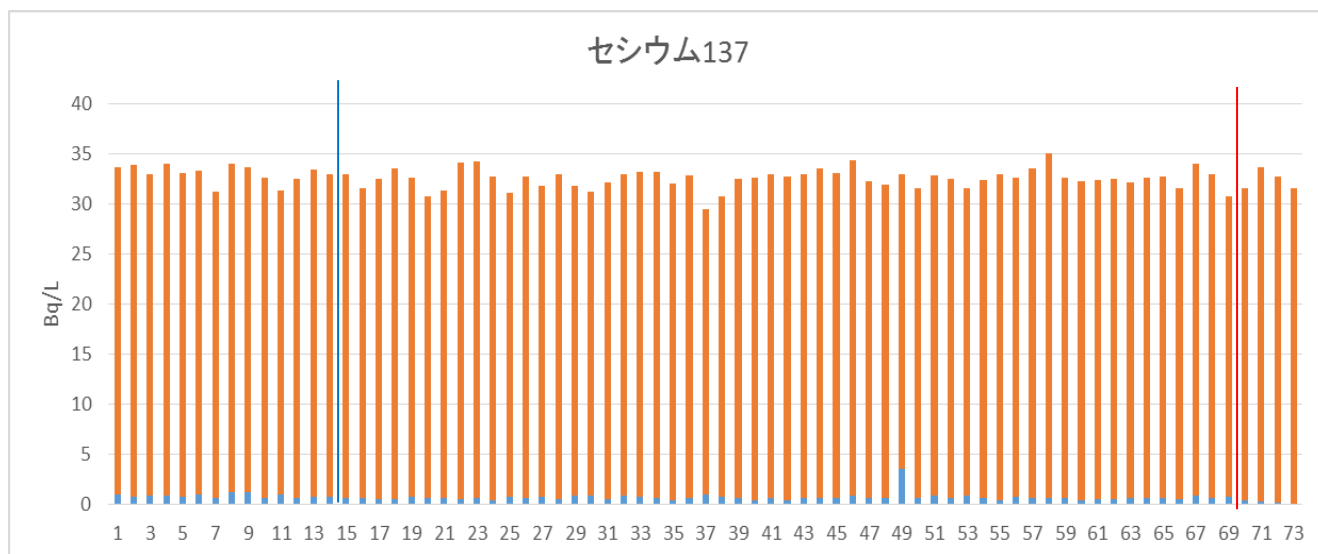


図 2.4 第2回クロスチェック下限値 (Cs-137)

第2回クロスチェック測定結果の測定時間が短い順に表示した図を示す。青線は3,600秒、赤線は10,000秒を示す。

注) 49番は誤差の3σを下限值として報告したと思われる。

第3回クロスチェック（試料1）結果

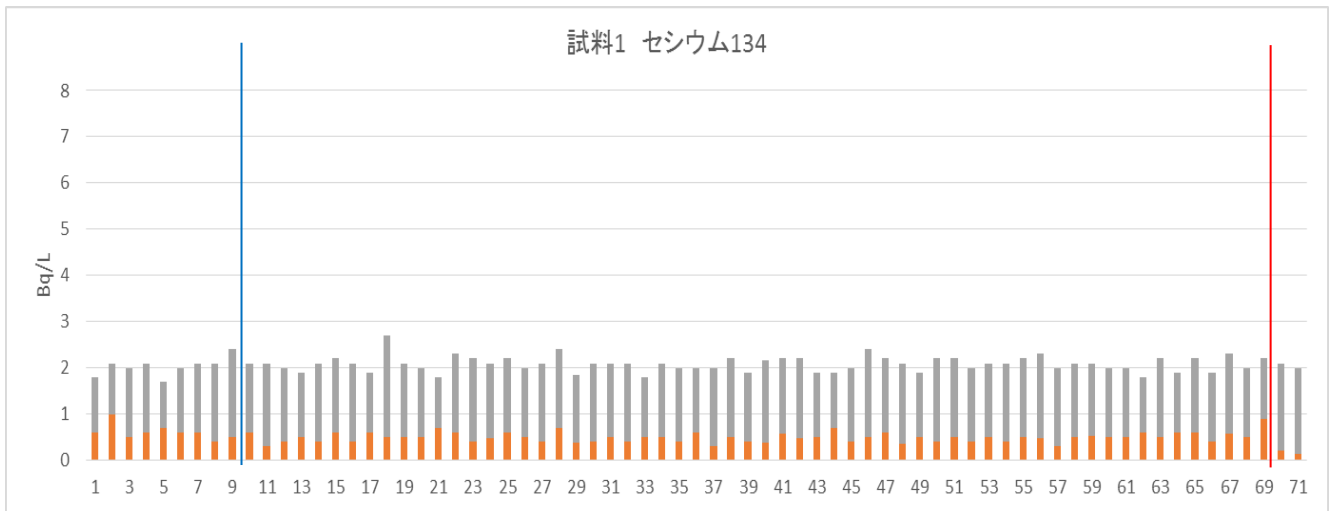


図 2.5 第3回クロスチェック（試料1）下限値（Cs-134）

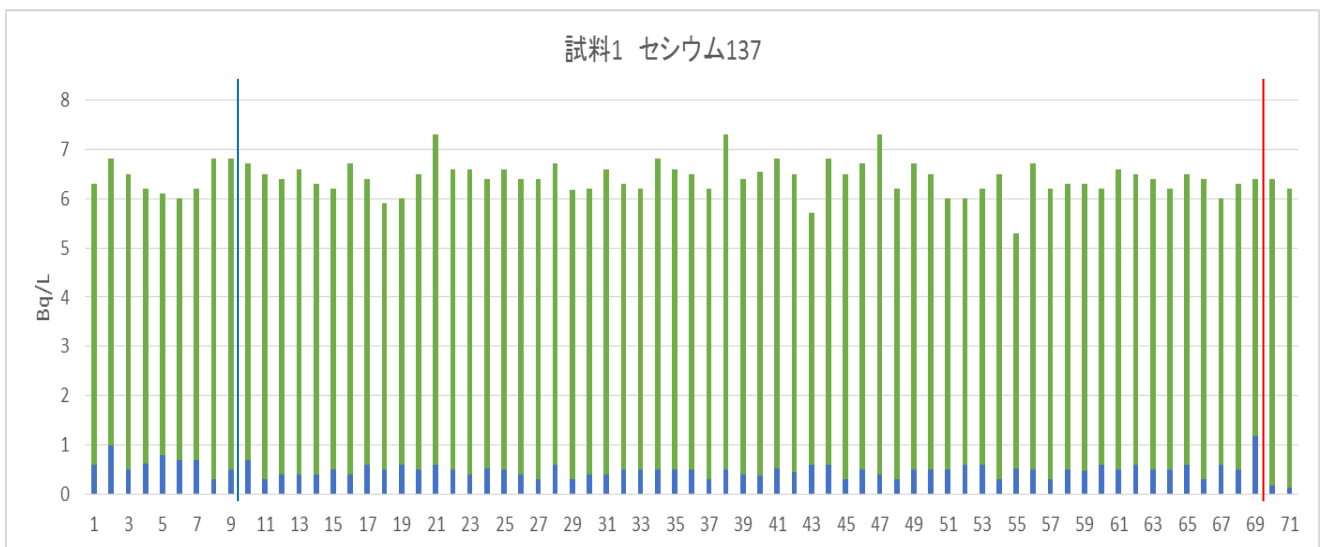


図 2.6 第3回クロスチェック（試料1）下限値（Cs-137）

第3回クロスチェック測定結果（試料2）の測定時間が短い順に表示した図を示す。青線は 3,600 秒、赤線は 36,000 秒を示す。

第3回クロスチェック（試料1）結果

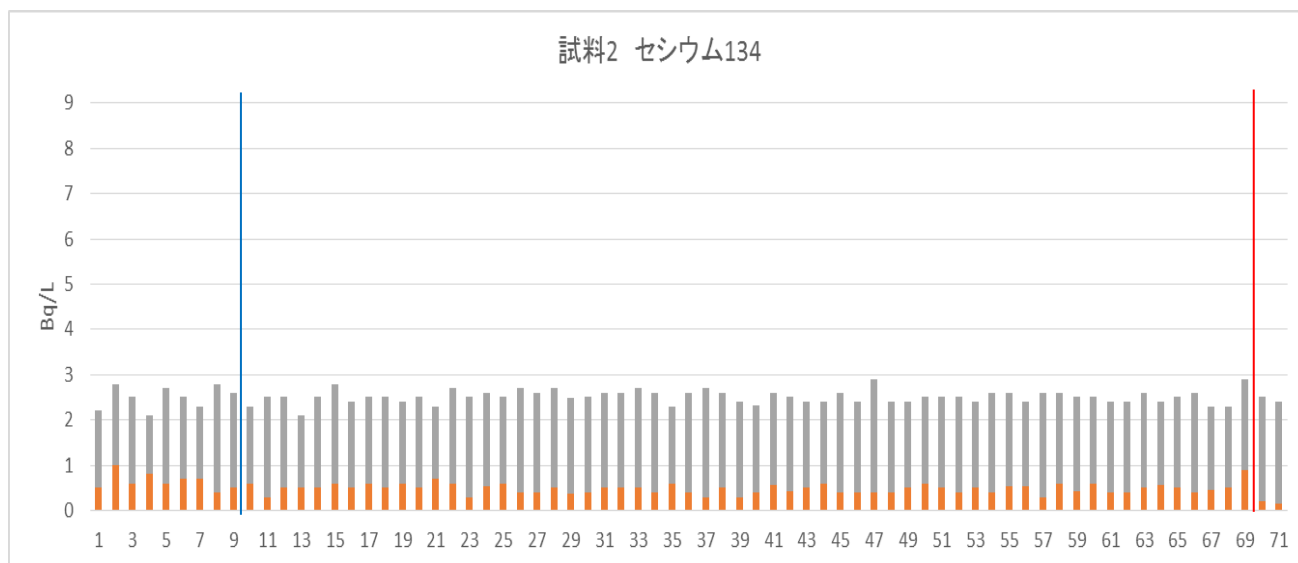


図 2.7 第3回クロスチェック（試料2）下限値（Cs-134）

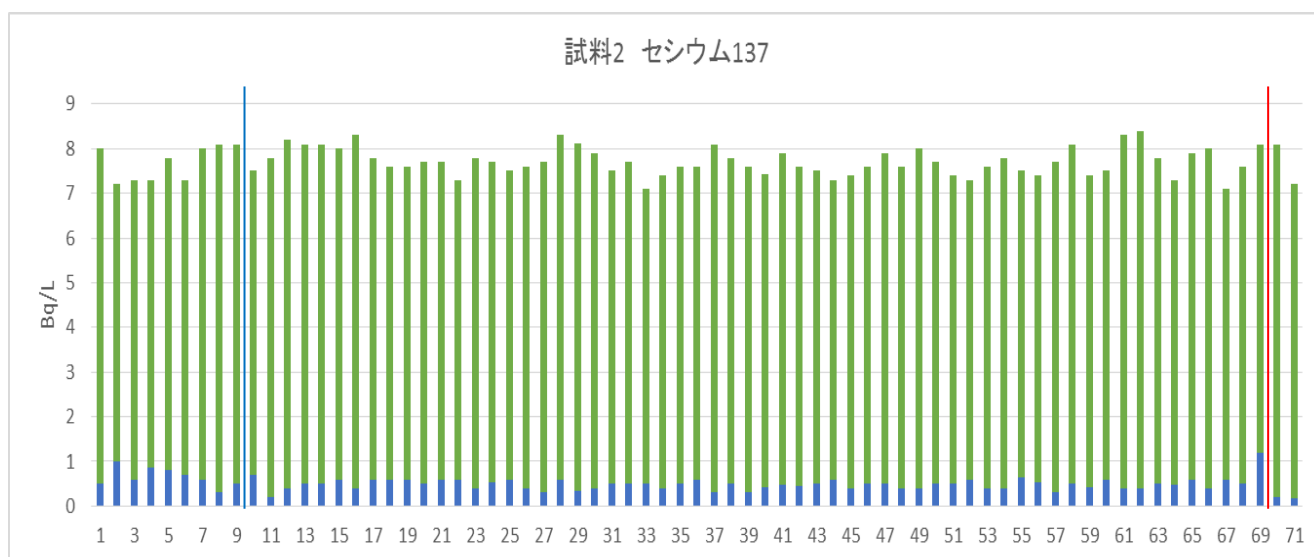


図 2.8 第3回クロスチェック（試料2）下限値（Cs-137）

第3回クロスチェック測定結果（試料2）の測定時間が短い順に表示した図を示す。青線は 3,600 秒、赤線は 36,000 秒を示す。