

平成30年度
原子力施設等防災対策等委託費
(環境放射能水準調査(放射能分析))
事業報告書

平成31年3月

公益財団法人 日本分析センター

目 次

1. 調査概要	1
2. 調査結果	5
2.1 全ベータ放射能測定	5
2.2 ガンマ線放出核種の測定	7
2.3 トリチウム分析	19
2.4 ストロンチウム 90 分析	24
2.5 プルトニウム分析	36
2.6 ヨウ素 129 分析	45
2.7 炭素 14 分析	54
2.8 大気中の放射性希ガス濃度測定	56
2.9 福島県下における空間線量の調査	66
3. 分析法及び妥当性の確認	118
3.1 全ベータ放射能測定	118
3.2 ガンマ線放出核種の測定	119
3.3 トリチウム分析	121
3.4 ストロンチウム 90 分析	123
3.5 プルトニウム分析	128
3.6 ヨウ素 129 分析	129
3.7 炭素 14 分析	132
3.8 大気中の放射性希ガス濃度測定	134
3.9 福島県下における空間線量の調査	153
4. 都道府県における環境放射能水準調査、放射線監視等交付金事業の 精度管理	163
4.1 環境試料の放射能測定における精度管理(環境放射能水準調査)	163
4.2 環境試料の放射能測定における精度管理(放射線監視等交付金事業)	163
4.3 モニタリングポストの測定に係る精度管理(環境放射能水準調査)	164

5. 環境放射能水準調査検討委員会	202
5.1 委員会構成	202
5.2 委員会開催日と議題	203
5.3 メール会合開催日と議題	205
6. 都道府県の水準調査担当者を交えた精度管理に関する検討会	206
7. 精度管理の強化	207
7.1 相互比較分析の実施	207
7.2 トリチウム OBT の精度管理について	214

1. 調査概要

本調査は、47 都道府県及び公益財団法人日本分析センター（以下、「分析センター」という。）が採取した環境試料について放射能分析を行い、全国の環境放射能水準を把握することにより、放射線監視等交付金事業による放射線監視結果との比較検討に資することを目的として実施した。

また、東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえ、福島県における空間放射線量の調査を実施した。

実施した調査の目的と内容を以下に示す。

① 全ベータ放射能測定

全ベータ放射能測定は、低レベル放射能を検出するには適当でないが、同種類の試料の放射能レベルの大まかな相互比較には、迅速に概略の情報を得ることができ、核種分析などの精密な測定を行うべきかどうかの判断をするための情報等を得ることができる。

分析センター（千葉市）で、毎日、一定の時刻に 24 時間中採取した降水について、全ベータ放射能を測定した。また、降水がない場合も、採取器に付着した大気浮遊じんを集め、全ベータ放射能を測定した。

② ガンマ線放出核種の測定

核爆発実験等により、放射性物質が大気中に放出された場合、例えば短半減期の放射性核種であるヨウ素 131 は甲状腺に選択的に集中して内部被ばくを与える。セシウム 137 などの長半減期の放射性核種は、地上に降下した後も環境中に長く留まるため、人体及び環境中にさまざまな影響を与える。これらの放射性核種の挙動を継続的に調査することは、内部被ばくを評価する上で重要である。

分析センター（千葉市）で、月毎に大気浮遊じん及び降下物を採取し、 γ 線放出核種を測定した。さらに、大気試料中の γ 線放出核種濃度は極めて低いため、より低い濃度を把握するため、大容量エアサンプラを用いて採取した大気浮遊じんの γ 線放出核種を測定した。

③ トリチウム分析

トリチウムは半減期 12.33 年の天然及び人工起源の放射性核種であり、人体の主要構成元素の一つである水素の同位体である。呼吸や飲食等により体内に取り込まれた場合は、被ばく線量評価上重要な核種となる。トリチウムのそのほとんどは水分子として存在しているため、降水中のトリチウムの放射能濃度を把握することは内部被ばくを評価する上で重要である。

むつ市、福島市、千葉市及び京都市で、毎月採取した月間降水について、電解

濃縮法によりトリチウムを分析した。また、精米、野菜及び海藻について、組織自由水トリチウムと非交換型の有機結合型トリチウムを分析した。

④ ストロンチウム 90 分析

ストロンチウム 90 は核分裂収率が高く、半減期が 28.78 年と比較的長いため、セシウム 137 と同様に環境中に長く留まる人工放射性核種である。また、同族元素のカルシウムと同じ挙動をするため、体内に取り込まれると骨に沈着して長期間にわたる内部被ばくを伴うこととなるため、その変動を把握することは重要である。

47 都道府県及び分析センターが採取・購入し、灰化、濃縮等の処理がされた試料について、放射化学分析により ^{90}Sr を分離精製し、低バックグラウンドベータ線測定装置により測定した。海水は ^{90}Sr 分析を行う前にリンモリブデン酸アンモニウムによって放射性セシウムを捕集し、ゲルマニウム半導体検出器により放射性セシウム濃度を求めた。

また、ガンマ線放出核種を測定済の大気浮遊じん（大容量エアサンプラ）について、 ^{90}Sr を分析した。

⑤ プルトニウム分析

プルトニウムは人為的に生成されたものであり、環境中には過去の核爆発実験由来のプルトニウムが微量に存在している。プルトニウムは人体への毒性も大きいため、環境中での変動を把握することは重要である。

47 都道府県が平成 29 年度に採取した土壌について、アルファ線スペクトロメトリーによりプルトニウムを分析した。なお、プルトニウム濃度が高い試料は ^{241}Am 及び Cm 同位体の放射能濃度も求めた。

また、ガンマ線放出核種を測定済の大気浮遊じん（大容量エアサンプラ）についてアルファ線スペクトロメトリーにより ^{238}Pu 、 $^{239+240}\text{Pu}$ を分析、ICP 質量分析装置により ^{239}Pu 、 ^{240}Pu を分析した。

⑥ ヨウ素 129 分析

ヨウ素 129 は半減期が 1.57×10^7 年の長半減期人工放射性核種である。ヨウ素 131 と同様、体内に取り込まれると甲状腺に選択的に集中して内部被ばくを与える。特に、ヨウ素 129 はその非常に長い半減期から、環境中に長く留まることとなるため、その変動を把握することは重要である。

北海道、秋田県及び千葉県で採取した土壌、牛乳、海藻、野菜について、加速器質量分析法（AMS）により ^{129}I の放射能濃度を測定した。また、分析センターで採取した大気浮遊じん（大容量エアサンプラ）について ^{129}I 分析を分析した。

⑦ 炭素 14 分析

炭素 14 は半減期 5730 年の天然及び人工起源の放射性核種であり、光合成により植物に固定されるので、米や野菜等にも一定量が存在している。飲食等により体内に取り込まれた場合には、長期間の内部被ばくを起こすおそれがあることから、環境中における炭素 14 の変動を把握することは重要である。

北海道、秋田県及び千葉県で採取した大気中二酸化炭素（夏季、冬季）、精米及び野菜について、加速器質量分析法（AMS）により ^{14}C 比放射能を測定した。

⑧ 大気中の放射性希ガス濃度測定

^{85}Kr は半減期が 10.76 年、 ^{133}Xe は半減期が 5.24 日の放射性希ガスである。 ^{85}Kr は再処理施設から大気中に放出される放射性核種の中で放出量（Bq）が最大である。 ^{133}Xe は原子炉施設から大気中に放出される他、地下核実験においても大気中に放出されるおそれがあり、その変動を把握することは重要である。

札幌市、秋田市、三春町及び千葉市で捕集した大気について、ガスクロマトグラフにより ^{85}Kr を分離し、ベータ線測定装置により測定した。また、千葉市で捕集した大気は、 ^{133}Xe も測定した。なお、千葉市において、 $^{131\text{m}}\text{Xe}$ （半減期 11.9 日）、 $^{133\text{m}}\text{Xe}$ （半減期 2.19 日）及び ^{135}Xe （半減期 9.14 時間）の放射性キセノン同位体濃度の調査を開始した。

⑨ 福島県下における空間線量の調査

福島県下の、東京電力福島第一原子力発電所事故の影響で空間線量が高くなっている地域において、長期間の被ばくを評価するために空間線量率の測定を連続して行うことが必要とされている。信頼できる測定値を得るためには、測定機器を健全な状態で運用することは重要である。

東京電力福島第一原子力発電所周辺地域 80 地点において、可搬型モニタリングポストを運用し、健全性を確認した。さらに、福島県内 3 地点において、可搬型モニタリングポストの低線量率比較法によるクロスチェックを行った。

なお、本調査における空間放射線量率測定値は、空気吸収線量＝実効線量（1：1）として、実効線量（Sv：シーベルト）で示した。

一部の分析結果について、平成 23 年 3 月に発生した東京電力福島第一原子力発電所事故の影響が認められた。

なお、分析結果の妥当性については、放射能濃度既知試料やブランク試料との並行分析・測定、放射線測定器の日常点検（計数効率の確認、バックグラウンド値の確認）により確認した。

また、本調査における品質保証の観点から、環境試料の放射能測定及びモニタリ

ングポストの測定に係る精度管理及び IAEA とのクロスチェックを行った。

本調査の内容及び検討にあたっては、学識経験者等からなる委員会を2回開催し、総合的な評価・検討を行った。また、迅速な報告を目的に、メール会合を1回開催して評価を行い、原子力規制庁に速報した。

2. 調査結果

2.1 全ベータ放射能測定

(1) 概要

試料の採取は、分析センター（千葉市）の建屋屋上（地上 3.5m）に設置した降水採取装置（直径 252mm）を用い、放射能測定法シリーズ 16「環境試料採取法」（昭和 58 年）に準じて行った。降水がない場合も、採取器に付着した大気浮遊じんを採取した。採水時刻は 9 時（定時降水）とした。

全ベータ放射能の測定は、放射能測定法シリーズ 1「全ベータ放射能測定法」（昭和 51 年改訂）に準じて行った。

採取量が 100mL 以下の場合には全量、100mL を超えた場合は 100mL を分取し、硝酸数滴、ヨウ素担体溶液 (I^- :1mg/mL) 1mL 及び 0.5M 硝酸銀溶液 1 mL を加えた。試料溶液を 2~3mL まで加熱濃縮した後、測定用試料皿に移し入れ、赤外線ランプ下で蒸発乾固して測定試料とした。採取後約 6 時間を経過してから低バックグラウンドベータ線測定装置で、測定試料を 3600 秒間測定した。なお、降雨が 1mm 以上を「降雨あり」、降雨が 1mm 未満及びなかった場合を「降雨なし」とした。

(2) 結果と考察

平成 30 年 3 月から平成 31 年 2 月までの定時降水の全ベータ放射能測定結果を図 2-1-1 に示す。また、この調査期間の最小値及び最大値並びに平成 25 年度から平成 29 年度までの結果と併せて表 2-1-1 に示す。

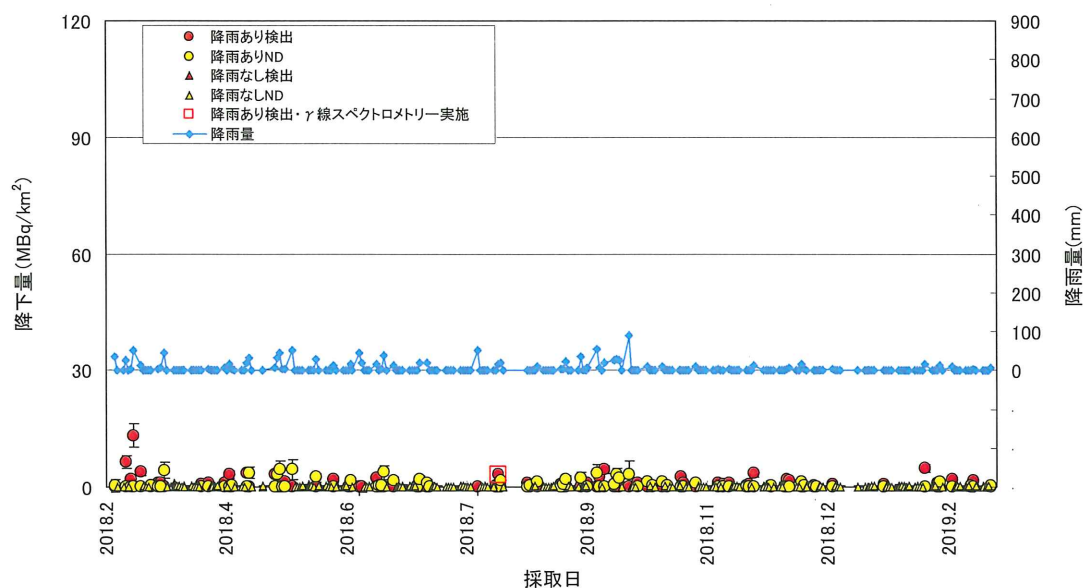


図 2-1-1 平成 30 年度の定時降水の全ベータ放射能測定結果

表 2-1-1 定時降水の全ベータ放射能調査結果

年度	採取期間	試料数 降雨あり	検出数 降雨あり	放射能濃度(Bq/L) 降雨あり	降下量 (MBq/km ²) 降雨あり
30年度	30.3~31.2	87	41	ND~1.3	ND~13
29年度	29.3~30.2	74	31	ND~1.4	ND~28
28年度	28.3~29.2	90	28	ND~0.92	ND~33
27年度	27.3~28.2	90	28	ND~1.4	ND~11
26年度	26.3~27.2	92	35	ND~1.1	ND~14
25年度	25.3~26.2	79	45	ND~1.6	ND~90

平成 30 年度における定時降水の全ベータ放射能調査結果は、放射能濃度が ND~1.3Bq/L、降下量が ND~13MBq/km² であり、過去 5 年間の調査結果の範囲内であった。

前月の「降雨あり」の測定結果の平均値の 3 倍を超えた試料についてゲルマニウム半導体検出器による核種分析を行ったところ、人工放射性核種は検出されなかった。

また、平成 30 年度の「降雨なし」の試料は、ND~0.87MBq/km² であった。

全ベータ放射能検出率（計数誤差の 3 倍以上を検出した試料数を全試料数で除したもの）については、東京電力福島第一原子力発電所事故後の平成 23 年度に 81%まで上昇したが、平成 30 年度は 27%となった。

2.2 ガンマ線放出核種の測定

2.2.1 大気浮遊じん及び降下物

(1) 概要

分析センター内において採取した大気浮遊じん及び降下物について、ガンマ線スペクトロメトリーを行った。

試料の採取については、放射能測定法シリーズ 16「環境試料採取法」(昭和 58 年)に準じて行った。

1) 大気浮遊じん

ロウボリウム・エアサンプラにダストモニター用のろ紙 (HE-40T) 及び活性炭ろ紙 (CP-20) を装着して 1 ヶ月で約 3000m³の大気を連続吸引し、大気浮遊じんをろ紙上に捕集した。これらをプラスチック製測定容器 (U8) に入れ測定試料とした。

2) 降下物

大型水盤 (直径 80cm の円形、受水面積 5000cm²) を用い、1 ヶ月間の降下物を採取し、ストロンチウム担体を添加した後、蒸発濃縮した。これらをプラスチック製測定容器 (U8) に入れ測定試料とした。

試料の測定については、放射能測定法シリーズ 7「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」(平成 4 年改訂) に準じて、ガンマ線スペクトロメトリーを行い、核種ごとに放射能濃度を算出した。なお、測定時間は 70000 秒間以上とし、核データは原則として Evaluated Nuclear Structure Data File, NNDC, Brookhaven (2016 年 1 月) (<http://www.nndc.bnl.gov/ensdf/>) に従った。

(2) 結果と考察

大気浮遊じん中の ⁷Be、¹³⁴Cs 及び ¹³⁷Cs の分析結果 (平均値、最小値及び最大値) を平成 25 年度から平成 29 年度までの結果と併せて表 2-2-1 に示す。

降下物中の ⁷Be、¹³⁴Cs 及び ¹³⁷Cs の分析結果 (平均値、最小値及び最大値) を平成 25 年度から平成 29 年度までの結果と併せて表 2-2-2 に示す。

表 2-2-1 過去の調査結果との比較（大気浮遊じん）

単位：mBq/m³

核種	平均値、 最小値、最大値	平成 25～平成 29 年度	平成 30 年度分析分
⁷ Be	平均値	3.5	4.2
	最小値～最大値	1.3 ～ 6.4	2.1 ～ 5.8
¹³⁴ Cs	平均値	0.0073	0.0012
	最小値～最大値	ND(-0.0057) ～ 0.073	ND(-0.0029 ～ 0.0050)
¹³⁷ Cs	平均値	0.018	0.0064
	最小値～最大値	ND(0.0019) ～ 0.14	ND(0.0016) ～ 0.013

表 2-2-2 過去の調査結果との比較（降下物）

単位：MBq/km²

核種	平均値、 最小値、最大値	平成 25～平成 29 年度	平成 30 年度分析分
⁷ Be	平均値	98	96
	最小値～最大値	25 ～ 330	29 ～ 270
¹³⁴ Cs	平均値	1.3	0.10
	最小値～最大値	0.059 ～ 18	ND(0.022) ～ 0.23
¹³⁷ Cs	平均値	3.1	1.0
	最小値～最大値	0.51 ～ 34	0.29 ～ 2.4

平成 30 年度における大気浮遊じん中の ⁷Be 濃度は 2.1～5.8mBq/m³、¹³⁴Cs 濃度は ND(-0.0029 ～ 0.0050mBq/m³)、¹³⁷Cs 濃度は ND(0.0016) ～ 0.013mBq/m³ であった。⁷Be 濃度については、過去 5 年間（平成 25 年度から平成 29 年度まで）の調査結果の変動（1.3 ～ 6.4 mBq/m³）の範囲内であり、夏季に低くなる傾向が見られた。大気浮遊じん中の ¹³⁴Cs 及び ¹³⁷Cs については、平成 23 年 3 月以前の 5 年間（平成 18 年 2 月～23 年 2 月）は検出されたことはない。東京電力福島第一原子力発電所の事故に起因するものと考えられるが、年々減少傾向を示している。特に、¹³⁷Cs に比べて半減期が短い ¹³⁴Cs（半減期 2.07 年）は、通常の測定方法では検出されない濃度レベルまで減少した。

平成 30 年度における降下物中の ⁷Be 降下量は 29 ～ 270MBq/km²、¹³⁴Cs 降下量は ND(0.022) ～ 0.23MBq/km²、¹³⁷Cs 降下量は 0.29 ～ 2.4MBq/km² であった。⁷Be 降下量については、過去 5 年間（平成 25 年度から平成 29 年度まで）の調査結果の変動（25～330 MBq/km²）の範囲内であった。

降下物中の ¹³⁴Cs 及び ¹³⁷Cs については、平成 23 年 3 月以前の 5 年間（平成 18 年 2 月～23 年 2 月）は同時に検出されたことはない。東京電力福島第一原子力発電所事故時の

放射能比を1とした $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比は物理的半減期のみを考慮すると、平成30年2月末時点で0.11、平成31年1月末時点で0.085となる。今回の結果から計算した $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比は0.081~0.13であった。これらの放射能比の推移の結果からも東京電力福島第一原子力発電所の事故に起因するものと考えられる。降下物中の ^{134}Cs 及び ^{137}Cs は年々減少傾向を示している。

平成23年度から平成30年度までの大気浮遊じん中の ^7Be 、 ^{134}Cs 及び ^{137}Cs 濃度比較図を図2-2-1、図2-2-2及び図2-2-3に、降下物中の ^7Be 、 ^{134}Cs 及び ^{137}Cs 降下量比較図を図2-2-4、図2-2-5及び図2-2-6に示す。

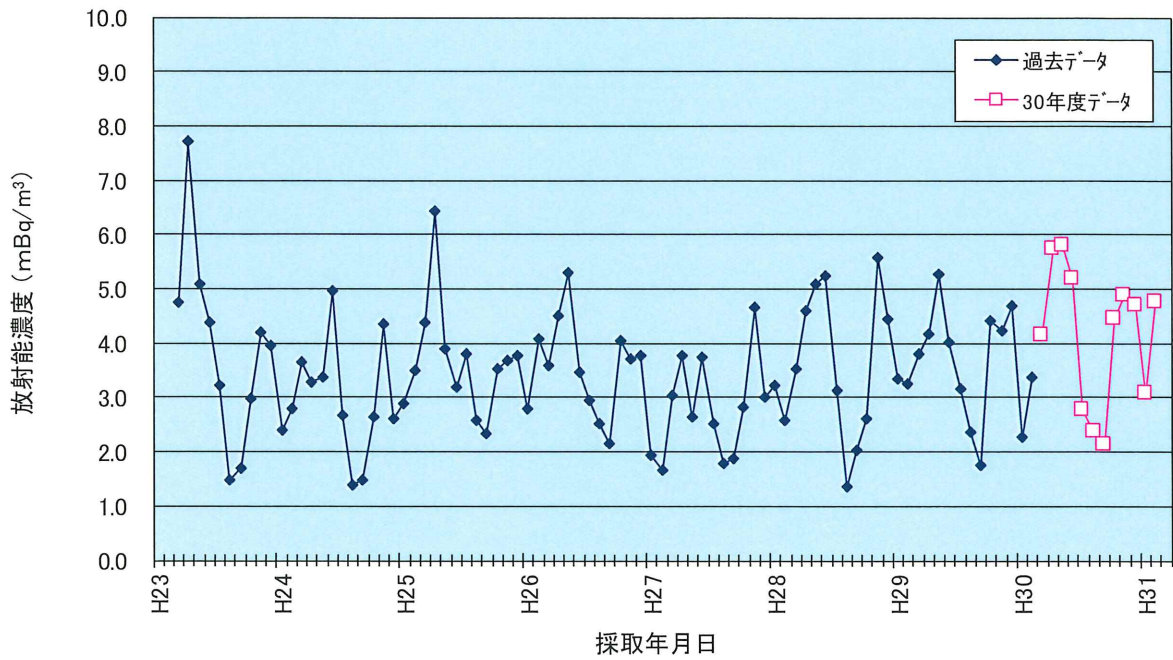


図2-2-1 大気浮遊じん中の⁷Be濃度

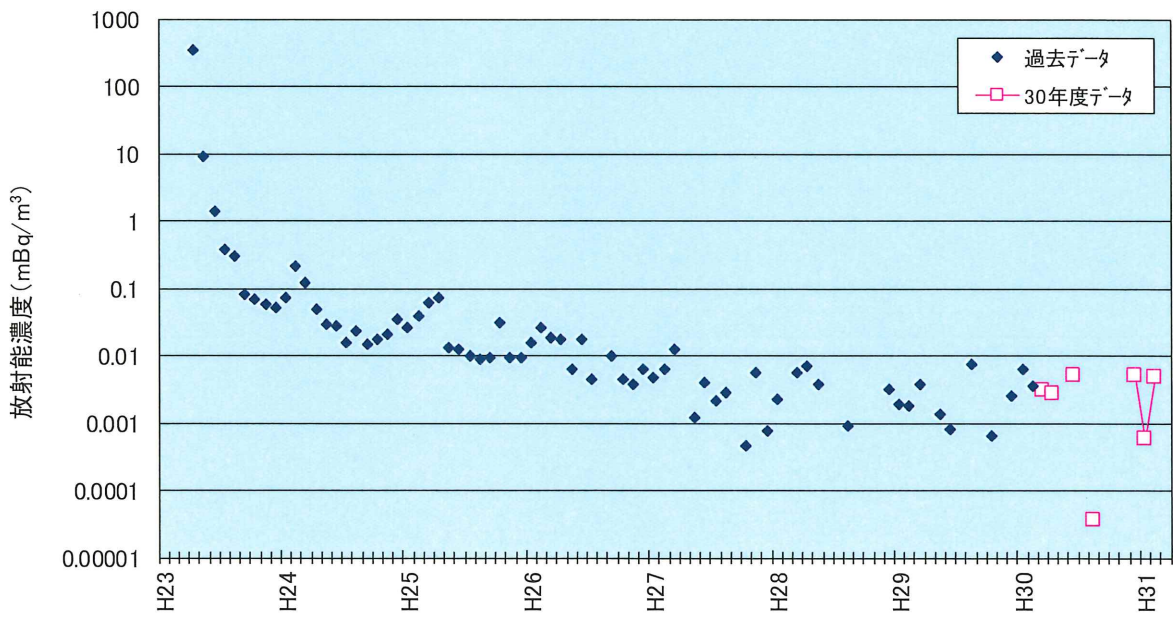


図2-2-2 大気浮遊じん中の¹³⁴Cs濃度

注) ¹³⁴Cs 濃度の結果は不検出のものを含むが、値がマイナスのものは表記していない

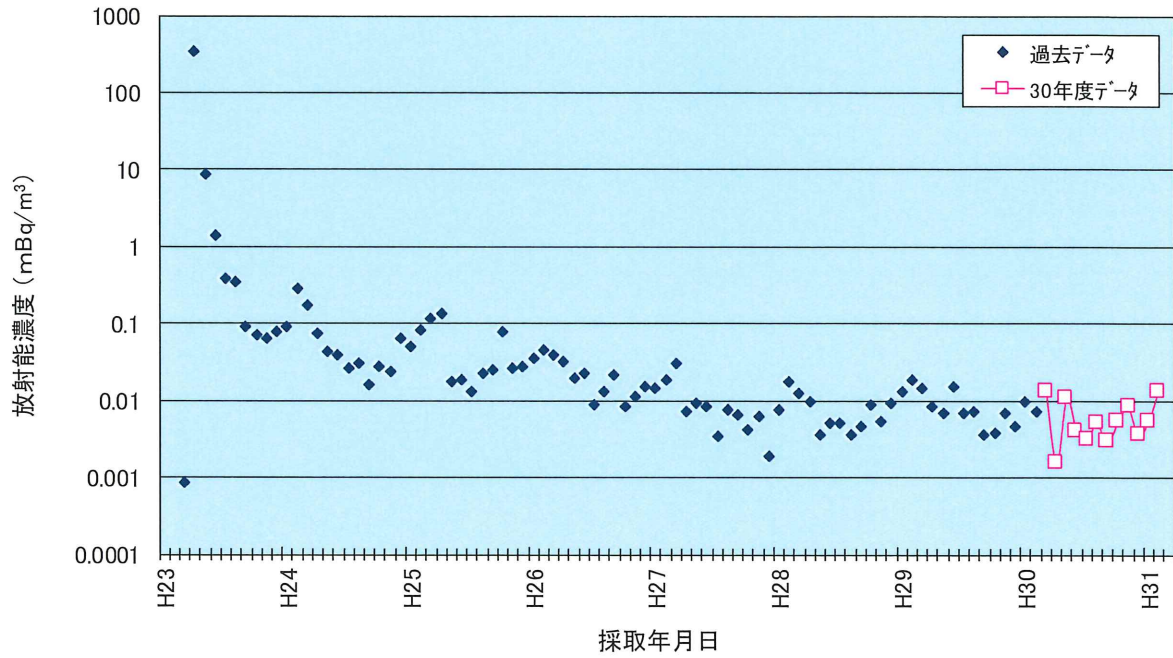


図2-2-3 大気浮遊じん中の¹³⁷Cs濃度

注)¹³⁷Cs 濃度の結果は不検出のものを含む

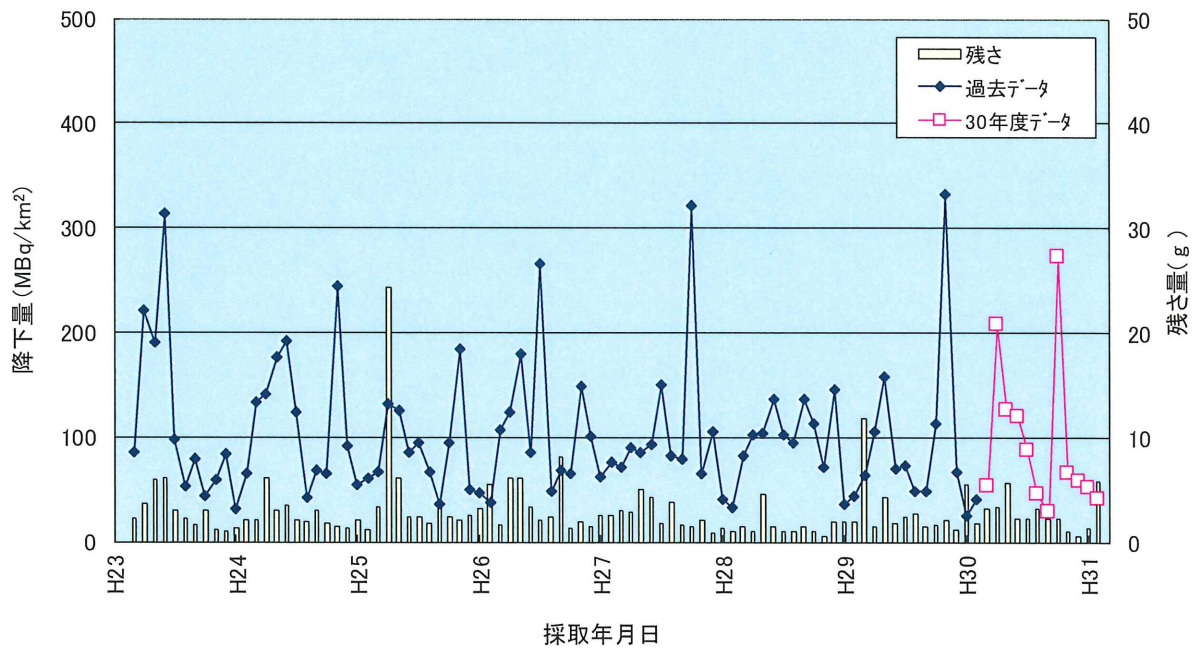


図2-2-4 降下物中の⁷Be降下量

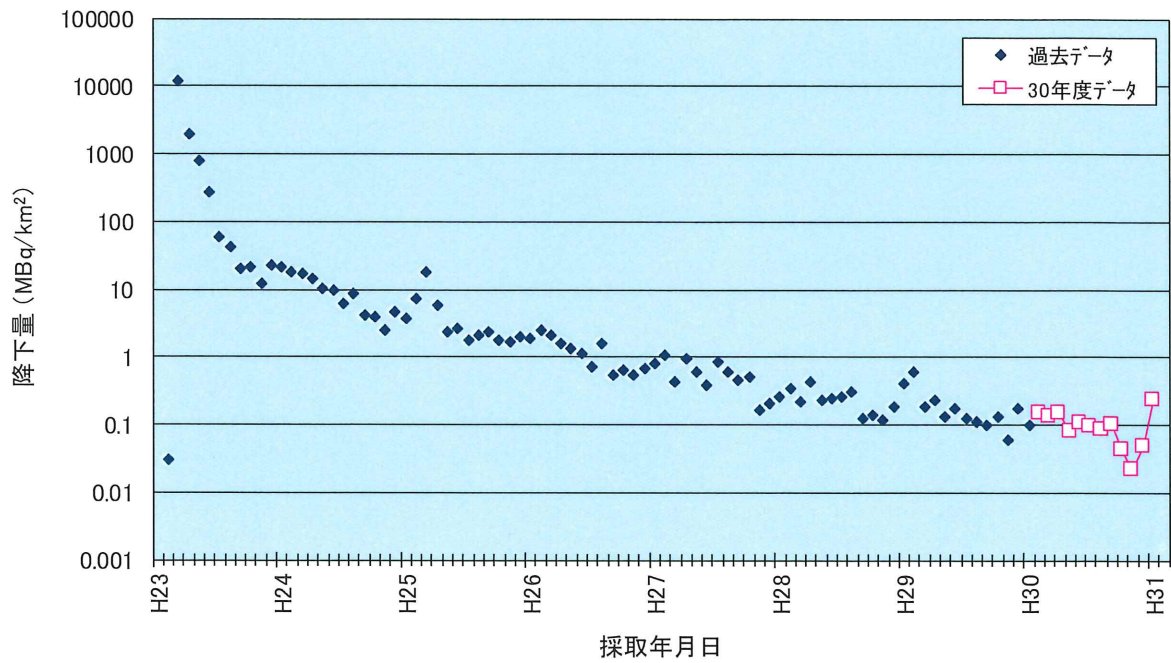


図2-2-5 降下物中の ^{134}Cs 降下量

注) ^{134}Cs 濃度の結果は不検出のものを含む

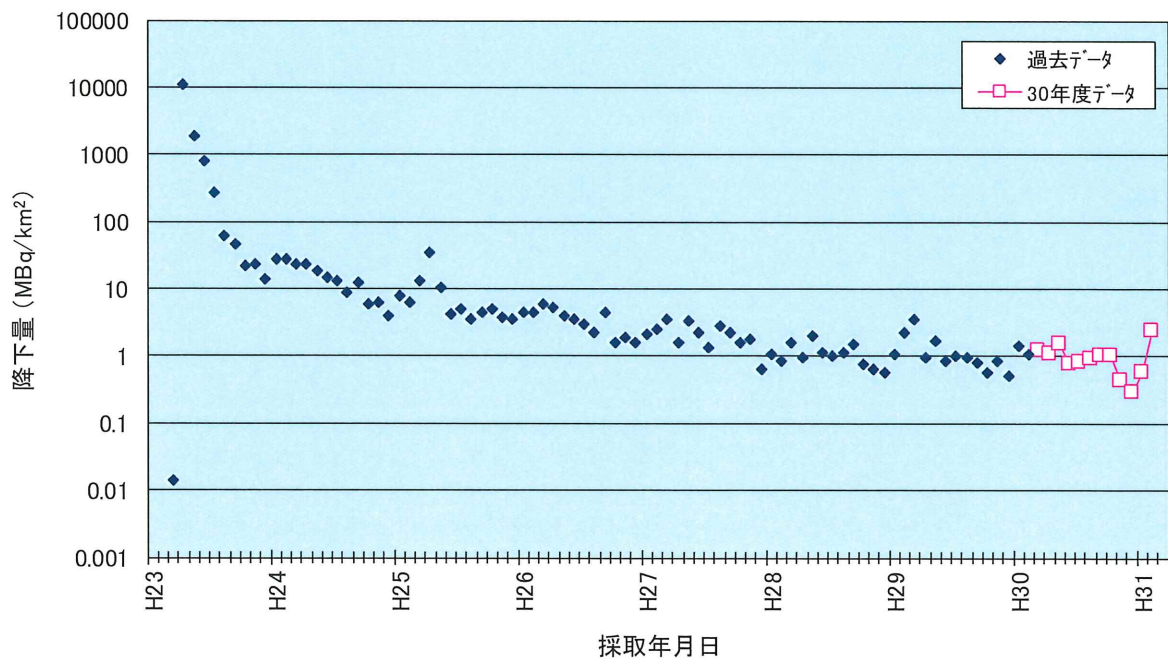


図2-2-6 降下物中の ^{137}Cs 降下量

注) ^{137}Cs 濃度の結果は不検出のものを含む

2.2.2 大気浮遊じんの高感度分析

(1) 概要

近年の大気浮遊じんの測定結果 (^{90}Sr 、 ^{134}Cs) は不検出 (ND) となる場合が多く、環境放射能水準の定量的な把握ができない状況である。そこで、大容量エアサンプラ (SNOW WHITE) を用いて、大気試料の採取量を大幅に増やし、超低レベルの分析・測定を行った。

(2) 試料の採取

大容量エアサンプラ (SENYA 製 SNOW WHITE ; 図 2-2-7 参照) にガラス繊維ろ紙 (570mm × 460mm) を装着して、680m³/h の流量で約 3.5 日間の大気を連続吸引し、約 57000m³ の大気浮遊じんをろ紙上に捕集した (図 2-2-8 参照)。捕集後のろ紙は専用のプレス機 (図 2-2-9 参照) で整形して、プラスチック製の測定容器に入れ測定試料とした。

なお、平成 29 年 4 月 10 日採取分より ^{134}Cs の検出下限値を下げるため、ろ紙を 2 枚 (7 日間の大気) 重ねて整形し、測定試料とした。



図 2-2-7 大容量エアサンプラ



図 2-2-8 捕集後の大気浮遊じん



図 2-2-9 測定試料整形用のプレス機

(3) 試料の測定

試料の測定については、放射能測定法シリーズ 7「ゲルマニウム半導体検出器によるγ線スペクトロメトリー」(平成4年改訂)に準じて、ガンマ線スペクトロメトリーを行い、核種ごとに放射能濃度を算出した。

なお、測定前に試料を1週間以上保管して、²²²Rnからの壊変生成物等の減衰を待ってから測定を行った。測定時間は70000秒間以上とし、核データは原則として Evaluated Nuclear Structure Data File, NNDC, Brookhaven (2016年1月) (<http://www.nndc.bnl.gov/ensdf/>) に従った。

(4) 結果と考察

大気浮遊じん中の⁷Be、¹³⁴Cs及び¹³⁷Csの分析結果(平均値、最小値及び最大値)を表2-2-3に、経時変化を図2-2-10、図2-2-11及び図2-2-12に示す。

表2-2-3 大容量エアサンプラによる調査結果

単位：mBq/m³

核種	平均値、最小値、最大値	集じん期間
		平成30年1月29日～平成31年1月28日
⁷ Be	平均値	4.6
	最小値～最大値	0.72 ～ 8.1
¹³⁴ Cs	平均値	0.00085
	最小値～最大値	ND ～ 0.0021
¹³⁷ Cs	平均値	0.0053
	最小値～最大値	0.0018 ～ 0.019

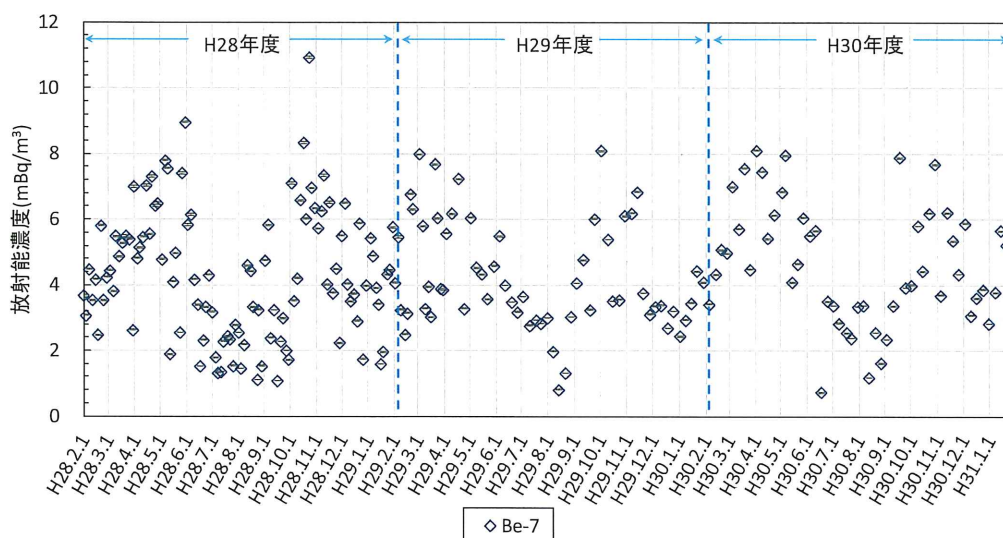


図2-2-10 大気浮遊じん中の⁷Be濃度

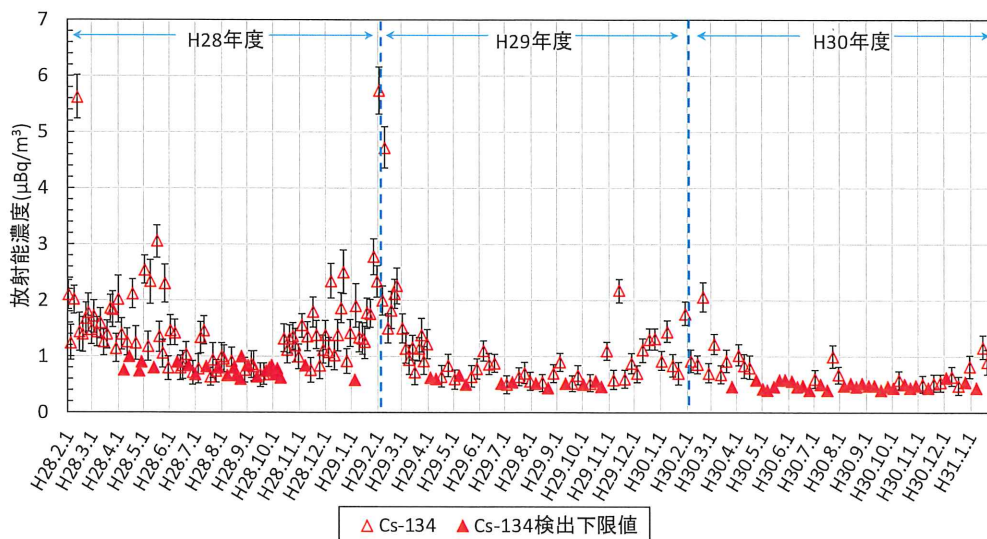


図 2-2-11 大気浮遊じん中の ^{134}Cs 濃度

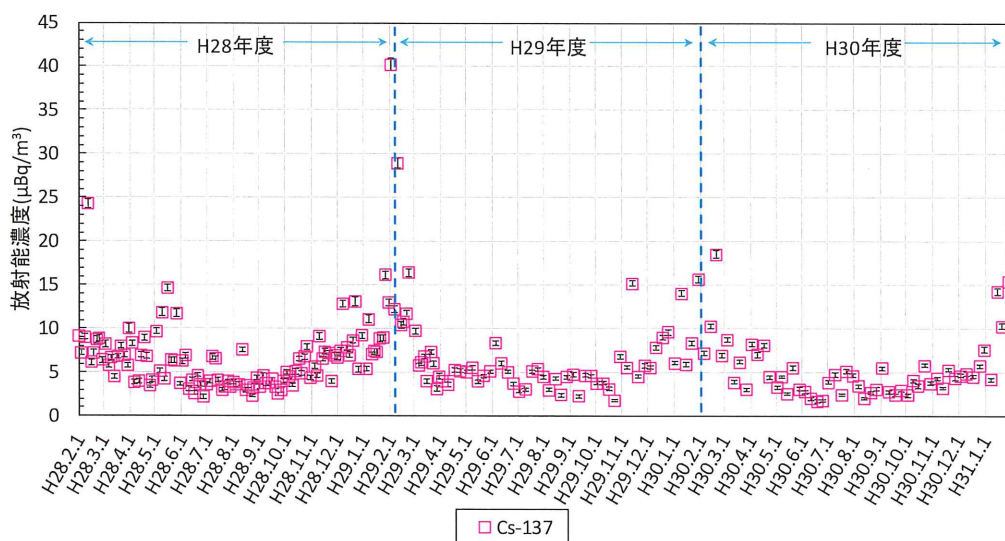


図 2-2-12 大気浮遊じん中の ^{137}Cs 濃度

大容量エアサンプラによる大気浮遊じん中の ^7Be 濃度は、 $0.72\sim 8.1\text{mBq/m}^3$ 、 ^{134}Cs 濃度は $\text{ND}\sim 0.0021\text{mBq/m}^3$ 、 ^{137}Cs 濃度は $0.0018\sim 0.019\text{mBq/m}^3$ であった。

表 2-2-1 に示したロウボリウム・エアサンプラによる大気浮遊じんの調査結果と比較すると、ほぼ同程度の調査結果であったが、捕集期間が 1 週間と時間分解能に優れているため、短期的な変動を把握することが可能となり、結果として濃度の変動幅が広がっている。特にロウボリウム・エアサンプラを用いての大気浮遊じんでは、 ^{134}Cs が平成 26 年 6 月以降不検出、 ^{137}Cs も平成 30 年度の大半の調査結果が不検出であったが、大容量エアサンプラによる調査結果は、約半数の試料から ^{134}Cs が検出され ^{137}Cs は全ての試料から検出された。ロウボリウム・エアサンプラと比較して、大気導入量を約 40 倍程度増やしたことにより、年々減少傾向を示して、不検出となりつつあった ^{134}Cs 及び ^{137}Cs を

検出することが可能となった。

平成30年度も平成28、29年度と同様に、4月～10月の間で ^{134}Cs 濃度及び ^{137}Cs 濃度の低下が見られた。

平成30年2月（採取期間：平成30年2月13日～2月19日）及び平成31年1月（採取期間：平成31年1月21日～1月28日）に、 ^{134}Cs 濃度、 ^{137}Cs 濃度が高い値で観測された。図2-2-13及び図2-2-14に、上記採取期間における風速と湿度の経時変化を示す。比較対象として、 ^{134}Cs が不検出であった採取期間（平成30年6月11日～6月18日）における風速と湿度の経時変化を図2-2-15に示した。

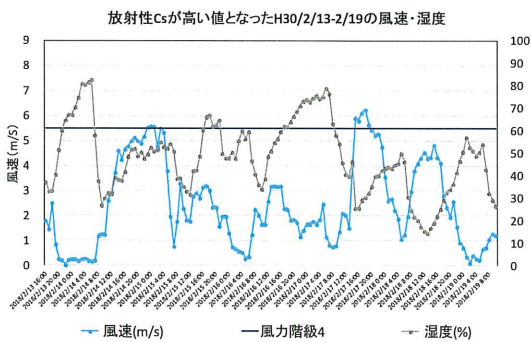


図2-2-13 風速と湿度の経時変化
(平成30年2月13日～2月19日)

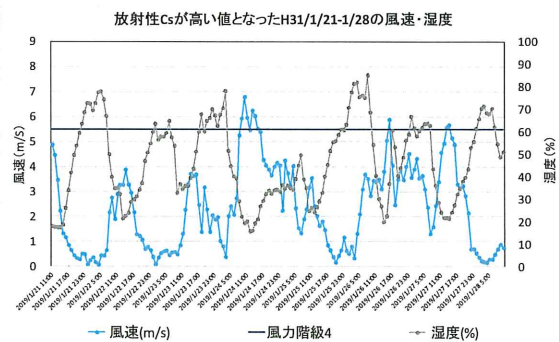


図2-2-14 風速と湿度の経時変化
(平成31年1月21日～1月28日)

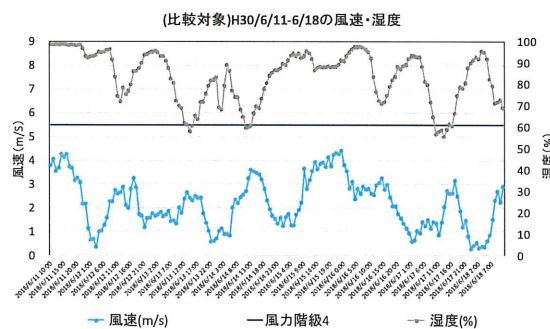


図2-2-15 風速と湿度の経時変化（比較対象）
(平成30年6月11日～6月18日)

※風力階級4：ビューフォート風力階級表における5段目の階級（階級は0～12段ある）
(地表物の状態として、砂埃がたち、紙片が舞い上がる。小枝が動く。)
気象庁 web ページより引用

図2-2-13、図2-2-14及び図2-2-15より、 ^{134}Cs 濃度及び ^{137}Cs 濃度が高い採取期間において、風速が5.5 m/秒（ビューフォート風力階級表における風力階級4）以上の時間帯が認められ、湿度も低い傾向が認められた。一方、比較対象として示した ^{134}Cs が検出

されなかった採取期間では、全体的に風速が低く、湿度が高い傾向を示していた。このことから、 ^{134}Cs 濃度及び ^{137}Cs 濃度が高くなった原因として、湿度が低く、風速が高いことによる土壌からの舞い上がりによるものと推測することができる。

2.2.3 粉乳

(1) 概要

市販されている粉乳（ドライミルク）及び脱脂粉乳（スキムミルク）を年2回、12試料購入し、ゲルマニウム半導体検出器によりガンマ線放出核種を測定した。

(2) 試料の内訳

ドライミルク・・・A社、B社、C社、D社

スキムミルク・・・B社、D社

(3) 結果

測定結果を表2-2-4に示す。

表 2-2-4 粉乳の測定結果

単位：Bq/kg

		今回の調査結果	参考① ^{※1}	参考② ^{※2}
全体	¹³⁷ Cs	ND ～ 0.90	ND ～ 1.2	ND ～ 1.2
	⁴⁰ K	150 ～ 510	140 ～ 540	150 ～ 540
	¹³⁴ Cs	ND	ND ～ 0.39	ND ～ 0.34
ドライミルク	¹³⁷ Cs	ND ～ 0.12	ND ～ 0.51	ND ～ 0.32
	⁴⁰ K	150 ～ 230	140 ～ 240	150 ～ 240
	¹³⁴ Cs	ND	ND	ND
スキムミルク	¹³⁷ Cs	0.51 ～ 0.90	0.50 ～ 1.2	0.50 ～ 1.2
	⁴⁰ K	410 ～ 510	420 ～ 540	420 ～ 540
	¹³⁴ Cs	ND	ND ～ 0.39	ND ～ 0.34

※1：平成25年度～平成29年度の粉乳を測定した結果である。

※2：環境放射線DBに登録されている全国の調査結果(平成25年度から平成29年度)である。

(4) まとめ

平成30年度に購入した粉乳及び脱脂粉乳の¹³⁷Cs濃度は、全国の測定結果や、平成25～29年度に購入した同一製品の測定結果と同程度であった。¹³⁴Csは、全ての試料で不検出であった。

2.3 トリチウム分析

2.3.1 月間降水中のトリチウム分析

(1) 概要

国内4か所（青森県、福島県、千葉県及び京都府）に設置した降水採取装置を用いて、放射能測定法シリーズ16「環境試料採取法」（昭和58年）に準じて1ヶ月毎に降水を採取した。採取場所の詳細を表2-3-1に示す。

分析は、放射能測定法シリーズ9「トリチウム分析法」（平成14年改訂）の電解濃縮法に準じて行った。採取した試料を分取し、過マンガン酸カリウム及び過酸化ナトリウムを添加して蒸留を行った。留出液を分取し、過酸化ナトリウムを加えた後、電解セルに入れ電気分解した。電気分解終了後、再び蒸留を行い、留出液と乳化シンチレータを混合し、低バックグラウンド液体シンチレーションカウンタによりトリチウム濃度を定量した。

採取した試料が少ない場合（0.6L以下）は、過マンガン酸カリウム及び過酸化ナトリウムを添加して蒸留を行い、留出液と乳化シンチレータを混合し、低バックグラウンド液体シンチレーションカウンタによりトリチウム濃度を定量した。

表 2-3-1 月間降水の採取場所

場所	機関	採取器直径 [mm]
青森県 むつ市	日本分析センター むつ分析科学研究所	213
福島県 福島市	福島県環境創造センター 福島支所	213
千葉県 千葉市	日本分析センター 千葉本部	200
京都府 京都市	京都府保健環境研究所	213

(2) 結果と考察

平成30年2月から平成31年1月における月間降水中のトリチウム分析結果を表2-3-2に示す。

むつ市の月間降水中のトリチウム濃度及び降下量を図2-3-1に、福島市の月間降水中のトリチウム濃度及び降下量を図2-3-2に示す。むつ市及び福島市については、採取を平成27年12月より開始したため、まだデータ数が少ない。今後もデータを蓄積して傾向等を注視していく。

千葉市の月間降水中のトリチウム濃度及び降下量を図2-3-3に示す。分析結果は過去5年間の分析結果と同程度であった。

京都市の月間降水中のトリチウム濃度及び降下量を図2-3-4に示す。京都市もデータを蓄積して今後の傾向等を注視していく。

表 2-3-2 月間降水中のトリチウム分析結果

調査地点	放射能濃度 Bq/L	過去5年間の 放射能濃度 Bq/L*	月間降下量** Bq/m ²	過去5年間の 月間降下量 Bq/m ²
むつ市	0.23 - 0.68	0.15 - 0.86	26 - 120	22 - 93
福島市	0.19 - 0.58	0.15 - 0.86	3.6 - 48	5.4 - 92
千葉市	0.091 - 0.53	0.11 - 0.57	4.3 - 77	3.6 - 170
京都市	0.13 - 0.45	0.26 - 0.34	6.5 - 61	6.8 - 20

* むつ市と福島市については26ヵ月分、京都府については2ヵ月分

** 単位面積当たりのトリチウム量

福島市 2018年11月分と千葉市 2019年1月分は蒸留法で分析

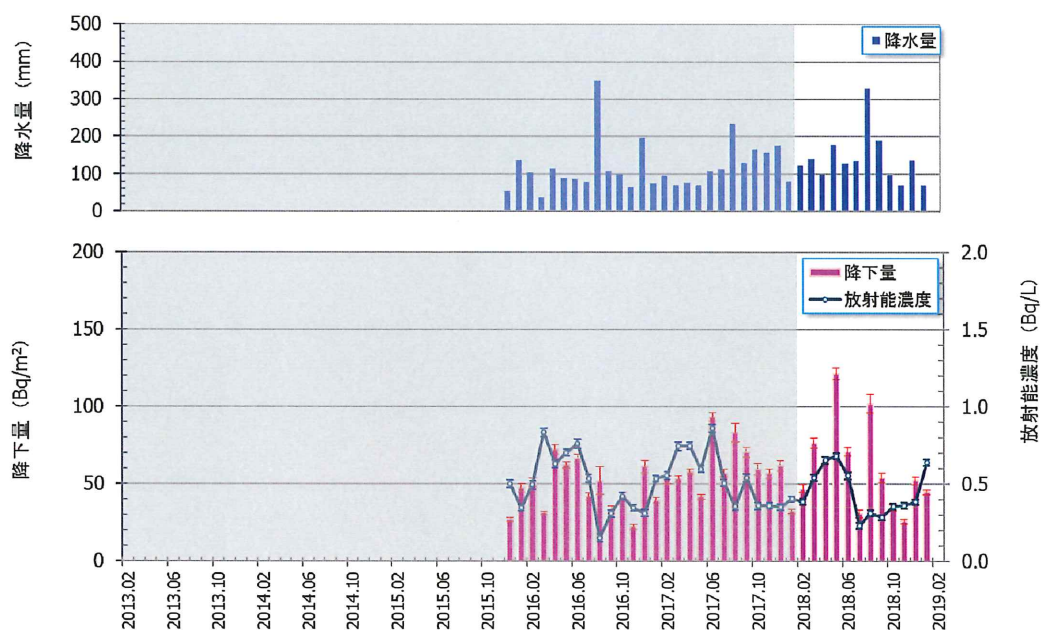
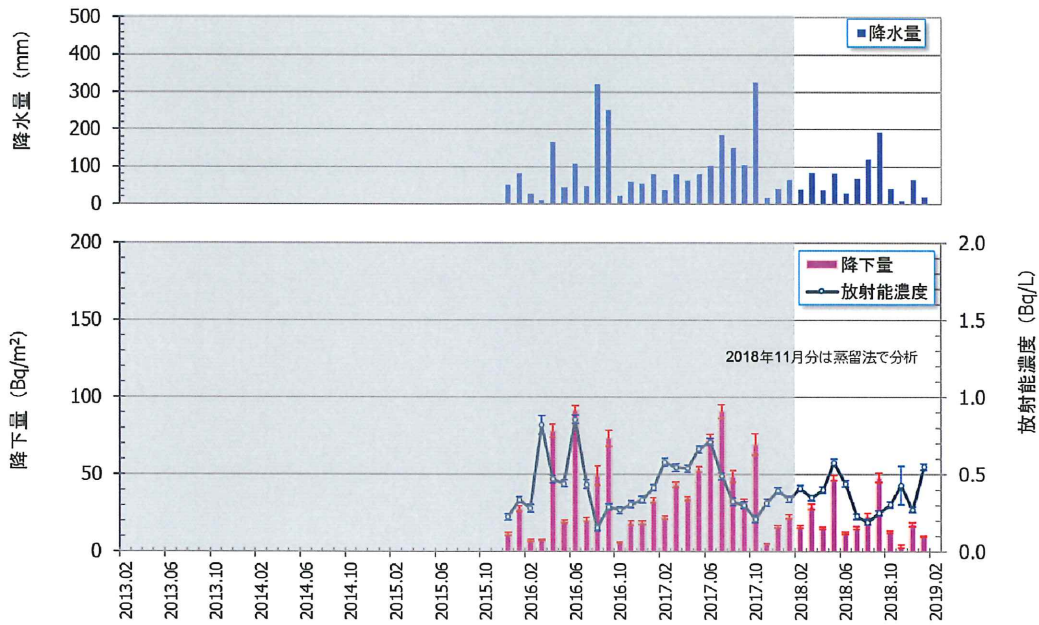
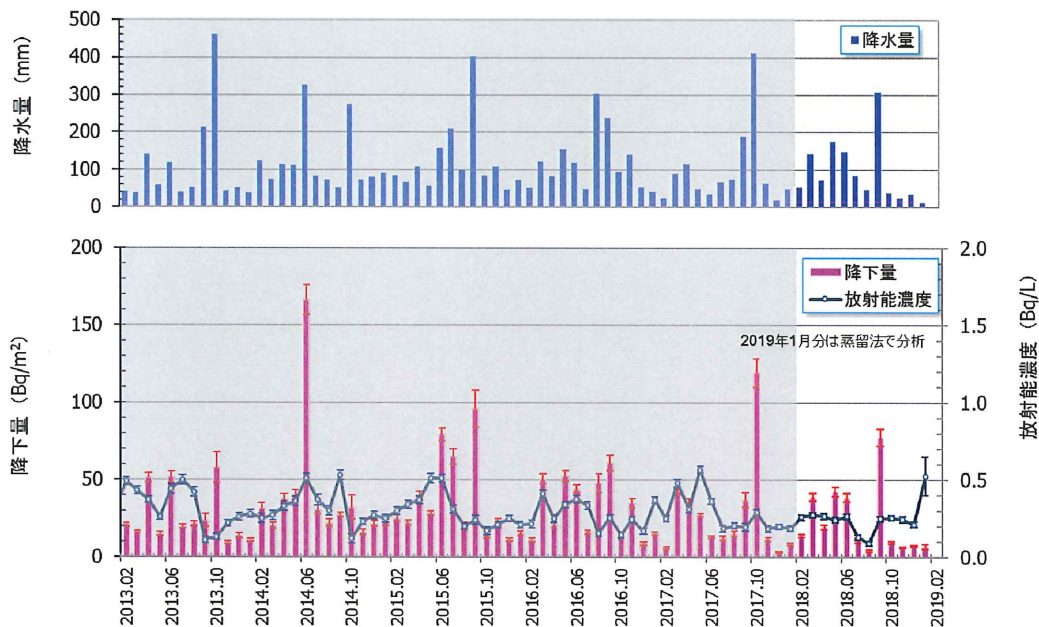


図 2-3-1 月間降水中のトリチウム濃度及び降下量（むつ市）



福島市における降水中トリチウム濃度の経年変化

図 2-3-2 月間降水中のトリチウム濃度及び降下量 (福島市)



千葉市における降水中トリチウム濃度の経年変化

図 2-3-3 月間降水中のトリチウム濃度及び降下量 (千葉市)

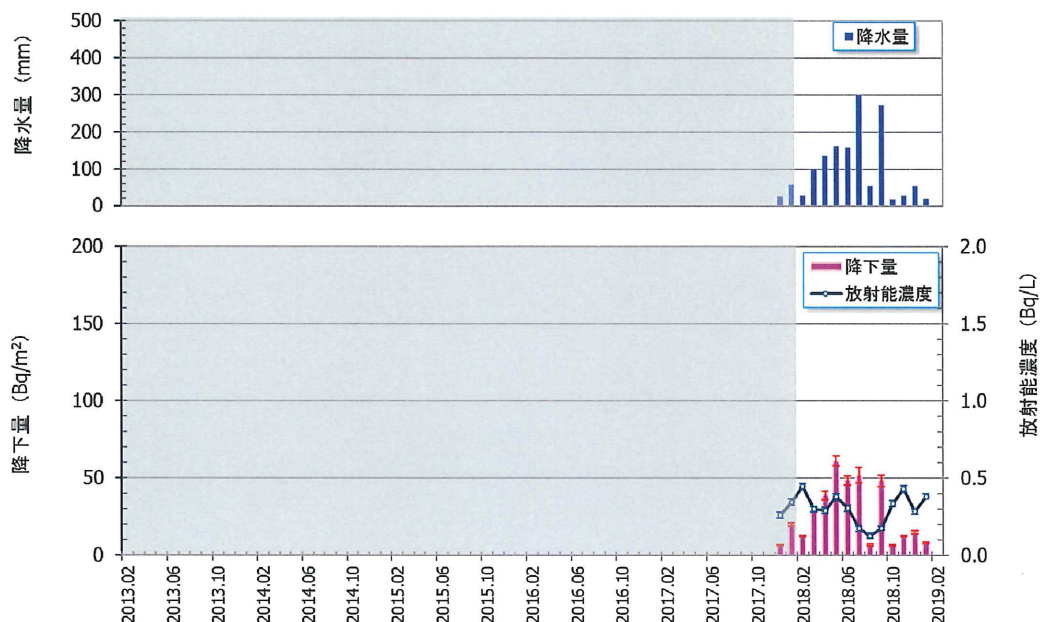


図 2-3-4 月間降水中のトリチウム濃度及び降下量（京都市）

2.3.2 生物試料中のトリチウム分析

(1) 概要

国内3地域（北海道、秋田県及び千葉県）において、海藻、野菜及び精米をそれぞれ1試料ずつ採取し、組織自由水及び非交換型有機結合型トリチウムについて分析を行った。有機結合型トリチウムのうち、非交換型は交換型に比べると体内に摂取されてからの生物学的代謝速度が遅く、線量への寄与が大きいいため、線量評価上で重要である。

採取した試料を凍結乾燥し、組織自由水と乾物（有機結合型トリチウム）に分けた。乾物を粉碎後によく混合し、無トリチウム水を加え、凍結乾燥を繰り返して交換されやすい交換型トリチウムを除き、非交換型の有機結合型トリチウムの試料とした。非交換型有機結合型トリチウム試料は燃焼して燃焼生成水を回収し、還流及び蒸留を行った。蒸留後の留出液と乳化シンチレータを混合し、低バックグラウンド液体シンチレーションカウンタによりトリチウム濃度を定量した。組織自由水は還流及び蒸留を行った後、同様に低バックグラウンド液体シンチレーションカウンタにより定量した。

(2) 結果と考察

平成 30 年度に実施した調査結果を表 2-3-2 に示す。海藻、野菜及び精米の結果は種類毎に同程度の結果であり、昨年度までと同様に組織自由水に比べると非交換型有機結合型トリチウムの方が同程度かやや低いと思われる結果であった。

また、昨年度までは、野菜及び精米の組織自由水中のトリチウム濃度において、北海道で採取された試料の分析結果は僅かに高い傾向を示していたが、今年度はそのような傾向は見られなかった。

表 2-3-2 生物試料中のトリチウム分析結果

試料名	採取地点	Bq/L			
		TFWT		OBT	
コンブ	北海道	<	0.4	<	0.4
アカモク	秋田	<	0.4	<	0.4
アラメ	千葉	<	0.4	<	0.4
キャベツ	北海道	0.40	± 0.11	<	0.4
	秋田	<	0.4	<	0.4
	千葉	0.63	± 0.12	0.43	± 0.11
精米	北海道	0.49	± 0.11	<	0.4
	秋田	<	0.4	<	0.4
	千葉	<	0.4	<	0.4

注) 測定値が計数誤差の 3 倍を超えたもののみ示し、3 倍未満のものは検出下限値を示す

2.4 ストロンチウム 90 分析

(1) 概要

平成 29 年度に自治体の環境センター等が採取し、所定の前処理を施した後に分析センターが送付を受けた環境試料（大気浮遊じん、降下物、陸水、土壌、海水、海底土及び各種食品試料）及び分析センターが採取した大気浮遊じん、降下物試料並びに分析センターが購入した粉乳試料の ^{90}Sr の分析結果を以下にまとめた。また、平成 30 年度に分析した環境試料（平成 30 年度に採取または受領した試料の一部）の結果は、参考資料に記載した。

1) 分析対象試料

大気浮遊じん、降下物、陸水、土壌、精米、野菜類、茶、牛乳、粉乳、淡水産生物、海水、海底土及び海産生物

2) 分析方法

放射能測定法シリーズ 2「放射性ストロンチウム分析法」（平成 15 年改訂）に準じた方法で行った。

(2) 結果と考察

各種試料中の ^{90}Sr 放射能濃度の平均値*及び最小*、最大値を以下に示す。

なお、n は参考データを除いた分析試料数である。

また、試料毎の過去 30 年の経年変化を図 2-4-1 に示す。

1) 大気浮遊じん

自治体で四半期毎に採取した試料及び分析センターで月 1 回採取した試料

^{90}Sr : 0.00057 (0 ~ 0.0085) mBq/m³ n=204

2) 降下物

自治体及び分析センターにおける月間降下物

^{90}Sr : 0.015 (0 ~ 0.40) MBq/km² n=585

3) 陸水

自治体で年 1 回採取した上水（源水、蛇口水）及び淡水

上水

^{90}Sr : 0.80 (0 ~ 1.6) mBq/L n= 56

淡水

^{90}Sr : 1.0 (0.038 ~ 2.5) mBq/L n= 10

4) 土壌

自治体で年 1~2 回採取した試料（深さ 0~5 cm、5~20 cm の 2 種類）

0 ~ 5 cm

^{90}Sr : 37 (0 ~ 180) MBq/km² n= 49

1.2 (0 ~ 5.6) Bq/kg 乾土

* ^{90}Sr 放射能濃度がマイナスの場合、ゼロとして平均値を算出した。また、そのゼロを最小値とした。

	5 ~20 cm					
		⁹⁰ Sr	: 97	(0 ~590)	MBq/km ²	n= 49
			0.97	(0 ~ 5.9)	Bq/kg 乾土	
5)	精 米					
	自治体で年1回採取した試料					
		⁹⁰ Sr	: 0.0039	(0 ~ 0.013)	Bq/kg 生	n= 31
			0.089	(0 ~ 0.26)	Bq/gCa	
6)	野 菜 類					
	自治体で年1~2回採取した試料 (根菜類、葉菜類)					
	根菜類 (主にダイコン)					
		⁹⁰ Sr	: 0.040	(0.0053~ 0.12)	Bq/kg 生	n= 41
			0.21	(0.032 ~ 1.1)	Bq/gCa	
	葉菜類 (主にホウレンソウ)					
		⁹⁰ Sr	: 0.053	(0.0021~ 0.45)	Bq/kg 生	n= 41
			0.080	(0.005 ~ 0.37)	Bq/gCa	
7)	茶					
	自治体で年1~2回採取した試料					
		⁹⁰ Sr	: 0.23	(0.015 ~ 1.1)	Bq/kg	n= 19
			0.13	(0.022 ~ 1.1)	Bq/gCa	
8)	牛乳 (原乳)					
	自治体で年1~3回採取した試料					
		⁹⁰ Sr	: 0.012	(0.0025~ 0.029)	Bq/L	n= 39
			0.011	(0.0022~ 0.024)	Bq/gCa	
9)	粉 乳					
	分析センターが年2回購入した試料					
		⁹⁰ Sr	: 0.069	(0.0063~ 0.21)	Bq/kg 粉乳	n= 12
			0.0077	(0.0016~ 0.017)	Bq/gCa	
10)	淡水産生物					
	自治体で年1回採取した試料					
		⁹⁰ Sr	: 0.044	(0.0050~ 0.24)	Bq/kg 生	n= 8
			0.035	(0.0076~ 0.075)	Bq/gCa	
11)	海 水					
	自治体で年1~2回採取した試料					
		⁹⁰ Sr	: 0.87	(0.69 ~ 1.2)	mBq/L	n= 15
12)	海 底 土					
	自治体で年1~2回採取した試料					
		⁹⁰ Sr	: 0.039	(0 ~ 0.12)	Bq/kg 乾土	n= 15
13)	海産生物					
	自治体で年1~2回採取した試料 (魚類、貝類、藻類)					
	魚 類					
		⁹⁰ Sr	: 0.0047	(0 ~ 0.018)	Bq/kg 生	n= 22
			0.0099	(0 ~ 0.050)	Bq/gCa	

貝 類

^{90}Sr : 0.0053 (0 ~ 0.016) Bq/kg 生 n= 12
 0.0088 (0 ~ 0.032) Bq/gCa

藻 類

^{90}Sr : 0.019 (0.0039~ 0.038) Bq/kg 生 n= 12
 0.021 (0.0048~ 0.055) Bq/gCa

平成 29 年度採取分における各種試料中の ^{90}Sr 濃度は、過去 5 年間(平成 24 年度から平成 28 年度まで)の調査結果とほぼ同程度であった。ただし、富山のダイコン、奈良のダイコン、ホウレンソウ及び京都(宇治市)の茶を除いた以下の試料では、過去 5 年間の最大値を超えたものの、過去 20 年間(平成 9 年度~平成 28 年度まで)の変動の範囲内であった。

なお、富山のダイコン、奈良のダイコン、ホウレンソウ及び京都(宇治市)の茶については、過去 20 年間の最大値が $0.066 \pm 0.011\text{Bq/kg 生}$ (平成 27 年度)、 $0.041 \pm 0.0081\text{Bq/kg 生}$ (平成 15 年度)、 $0.039 \pm 0.0091\text{Bq/kg 生}$ (平成 23 年度採取)及び $0.98 \pm 0.068\text{Bq/kg 乾物}$ (平成 20 年度)であり、今回の分析結果 $0.075 \pm 0.011\text{Bq/kg 生}$ 、 $0.059 \pm 0.010\text{Bq/kg 生}$ 、 $0.050 \pm 0.0094\text{Bq/kg 生}$ 及び $1.1 \pm 0.08\text{Bq/kg 乾物}$ と比較すると、その差は計数誤差の 0.8~1.8 倍程度であり、ほぼ同程度の放射能濃度と考えられる。さらに、各種食品試料のうちの茶については、京都(宇治市)と鹿児島(薩摩郡さつま町)の試料で試料情報(品種)が変更されていた。また、福島(双葉郡大熊町)の降下物試料を除いて、分析結果には東京電力福島第一原子力発電所事故の影響は見られなかった。

県名	試料	^{90}Sr 濃度	過去 5 年間の ^{90}Sr 変動の範囲	過去 20 年間の ^{90}Sr 変動の範囲	単位
福島 (双葉郡大熊町)	降下物 10 月分	0.40 ± 0.030	ND~0.37	ND~470	MBq/km ²
宮城	蛇口水	0.79 ± 0.084	0.69~0.77	0.56~1.7	mBq/L
東京	土壌 0- 5 cm	0.55 ± 0.10	ND~0.49	ND~1.1	Bq/kg 乾土
富山	土壌 0- 5 cm	0.32 ± 0.084	ND	ND~0.50	Bq/kg 乾土
宮崎	土壌 0- 5 cm	0.42 ± 0.084	0.26~0.38	0.26~0.90	Bq/kg 乾土
宮城	土壌 5-20 cm	1.1 ± 0.14	0.56~0.93	0.56~1.7	Bq/kg 乾土

県名	試料	^{90}Sr 濃度	過去 5 年間の ^{90}Sr 変動の範囲	過去 20 年間の ^{90}Sr 変動の範囲	単位
山形	土壌 5-20 cm	1.4±0.14	0.70~1.1	0.70~2.0	Bq/kg 乾土
富山	ダイコン	0.075±0.011	ND~0.066	ND~0.066	Bq/kg 生
岐阜	ダイコン	0.025±0.0072	ND	ND~0.087	Bq/kg 生
静岡 (御殿場市)	ダイコン	0.090±0.013	ND~0.077	ND~0.12	Bq/kg 生
愛知	ダイコン	0.044±0.0087	ND~0.022	ND~0.062	Bq/kg 生
兵庫	ダイコン	0.056±0.011	ND~0.051	ND~0.11	Bq/kg 生
奈良	ダイコン	0.059±0.010	ND~0.029	ND~0.041	Bq/kg 生
鹿児島	ダイコン	0.070±0.012	ND~0.062	ND~0.13	Bq/kg 生
青森 (上北郡おいらせ町)	キャベツ	0.097±0.012	0.037~0.067	ND~0.12	Bq/kg 生
神奈川	ホウレンソウ	0.076±0.011	ND~0.032	ND~0.17	Bq/kg 生
山梨	ホウレンソウ	0.23±0.017	ND~0.13	ND~0.54	Bq/kg 生
奈良	ホウレンソウ	0.050±0.0094	ND~0.020	ND~0.039	Bq/kg 生
和歌山	ハクサイ	0.091±0.012	ND~0.072	ND~0.27	Bq/kg 生
山口	ホウレンソウ	0.076±0.010	ND~0.060	ND~0.22	Bq/kg 生
香川	ホウレンソウ	0.040±0.0086	ND	ND~0.061	Bq/kg 生
大分	ホウレンソウ	0.082±0.011	ND~0.037	ND~0.088	Bq/kg 生
京都 (宇治市)	茶 (やぶきた→さえみどり)	1.1±0.08	0.23~0.47	0.12~0.98	Bq/kg 乾物
鹿児島 (薩摩郡さつま町)	茶 (やぶきた→やぶきた+おくみどり)	0.16±0.033	ND~0.15	ND~0.56	Bq/kg 乾物
北海道 (石狩郡当別町)	牛乳	0.029±0.0075	ND~0.028	ND~0.049	Bq/L

県名	試料	^{90}Sr 濃度	過去 5 年間の ^{90}Sr 変動の範囲	過去 20 年間の ^{90}Sr 変動の範囲	単位
千葉	A (スキムミルク)	0.14 ± 0.017	0.078~0.12	0.078~0.36	Bq/kg 粉乳
石川	ワカメ	0.028 ± 0.0079	ND~0.022	ND~0.035	Bq/kg 生
広島	ワカメ	0.025 ± 0.0074	ND~0.022	ND~0.046	Bq/kg 生

なお、福島県は、平成 29 年度の海産生物（魚類）を採取していない。

平成 30 年度採取試料のうち、平成 30 年度中に分析を行った各種試料中の ^{90}Sr 濃度は、過去 5 年間（平成 25 年度から平成 29 年度まで）の調査結果とほぼ同程度であった。ただし、下表に示した試料では、過去 5 年間の最大値を超えたものの、過去 20 年間の変動の範囲内であった。

なお、蛇口水については、山口（山口市）の試料で採取地点が変更されていた。また、福島（双葉郡大熊町）の降下物試料を除いて、分析結果には東京電力福島第一原子力発電所事故の影響は見られなかった。

県名	試料	^{90}Sr 濃度	過去 5 年間の ^{90}Sr 変動の範囲	過去 20 年間の ^{90}Sr 変動の範囲	単位
福井	蛇口水	0.49 ± 0.11	0.40~0.46	0.31~0.72	mBq/L
山口	蛇口水	1.6 ± 0.13	0.89~1.3	0.89~1.9	mBq/L
香川	蛇口水	1.3 ± 0.13	1.0~1.2	1.0~2.4	mBq/L
鹿児島	蛇口水	0.46 ± 0.077	0.20~0.45	0.20~0.82	mBq/L
鹿児島 (南九州市)	茶 (やぶきた)	0.14 ± 0.034	ND~0.11	ND~0.33	Bq/kg 乾物
北海道 (標津郡中標津町)	牛乳	0.024 ± 0.0063	ND~0.022	ND~0.038	Bq/L
千葉	F (ドライミルク)	0.028 ± 0.0071	ND~0.026	ND~0.049	Bq/kg 粉乳

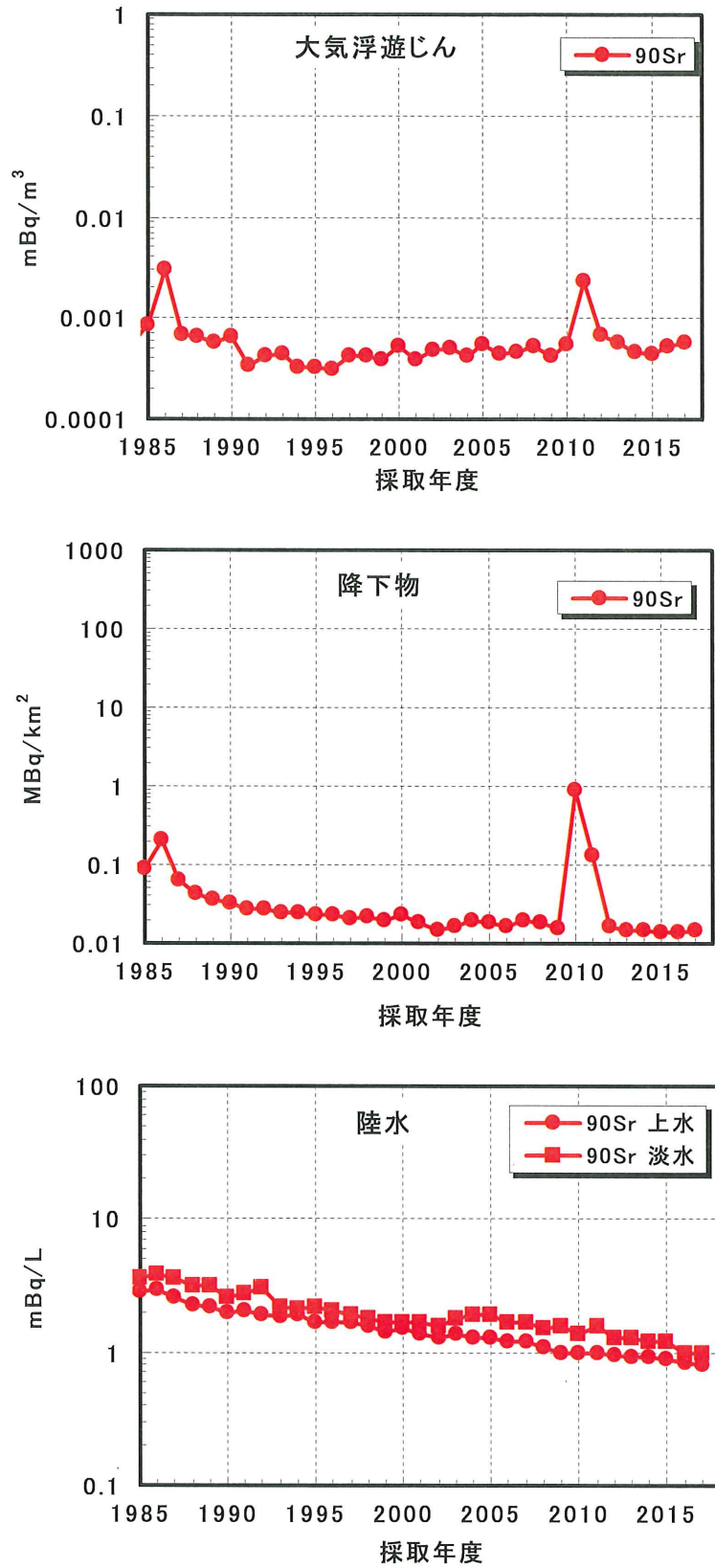


図 2-4-1 各種環境試料の ⁹⁰Sr 放射能濃度の経年変化

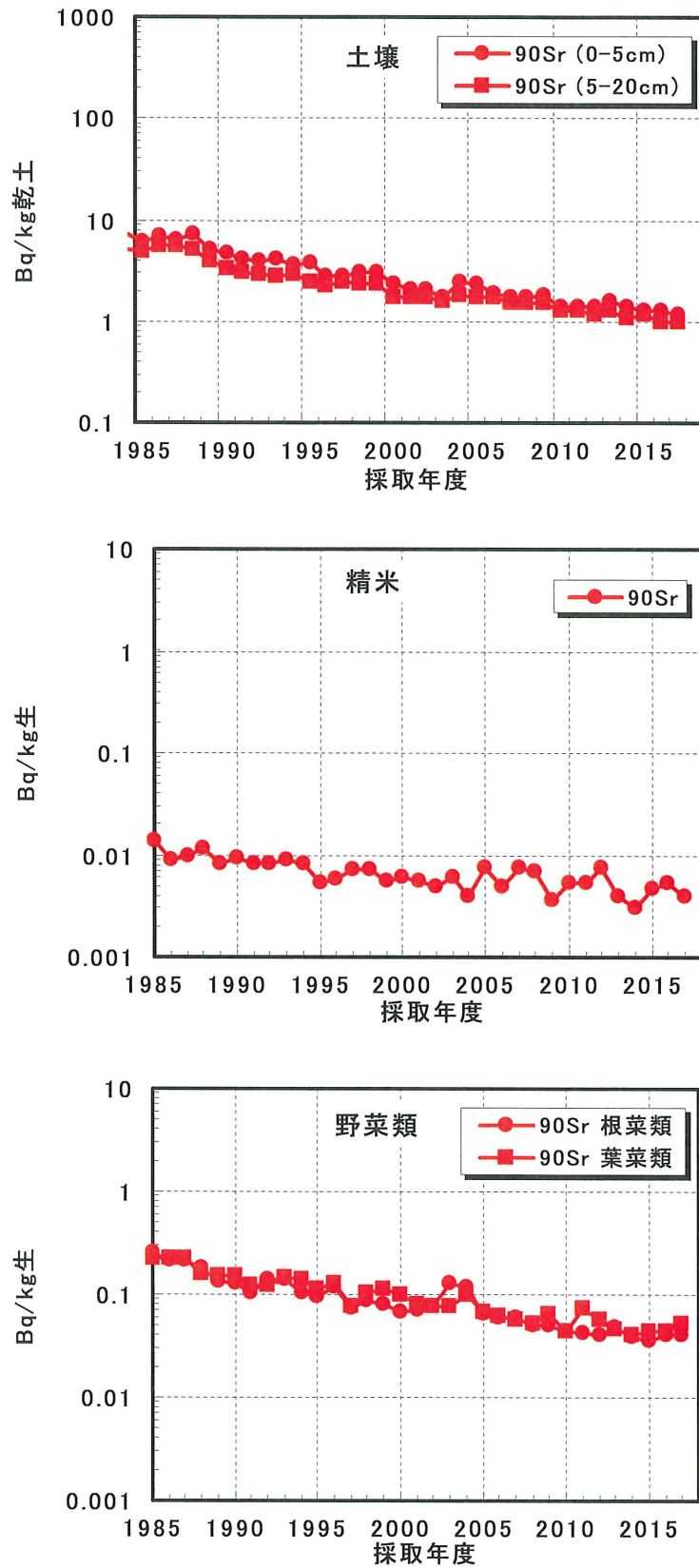


図 2-4-1 各種環境試料の ⁹⁰Sr 放射能濃度の経年変化 (つづき)

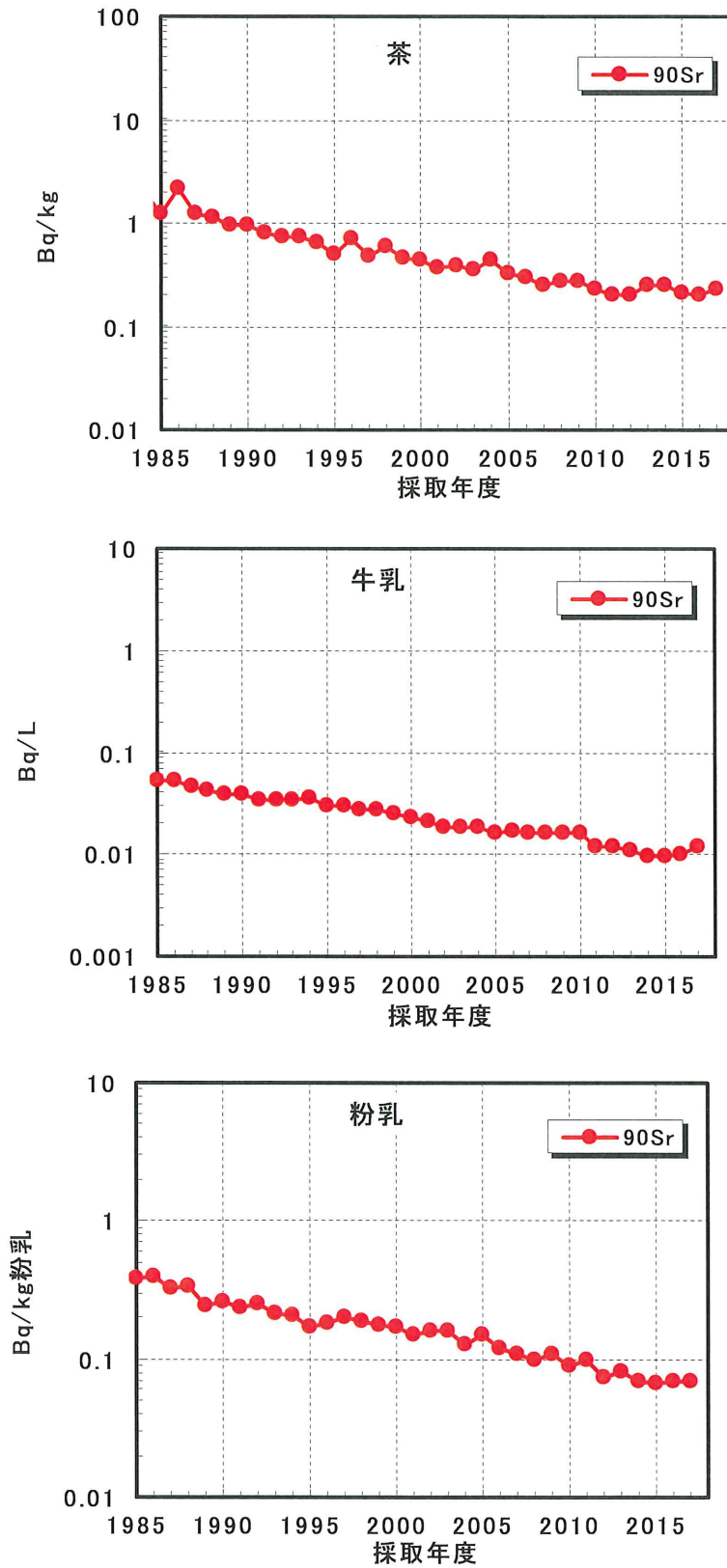


図 2-4-1 各種環境試料の ^{90}Sr 放射能濃度の経年変化 (つづき)

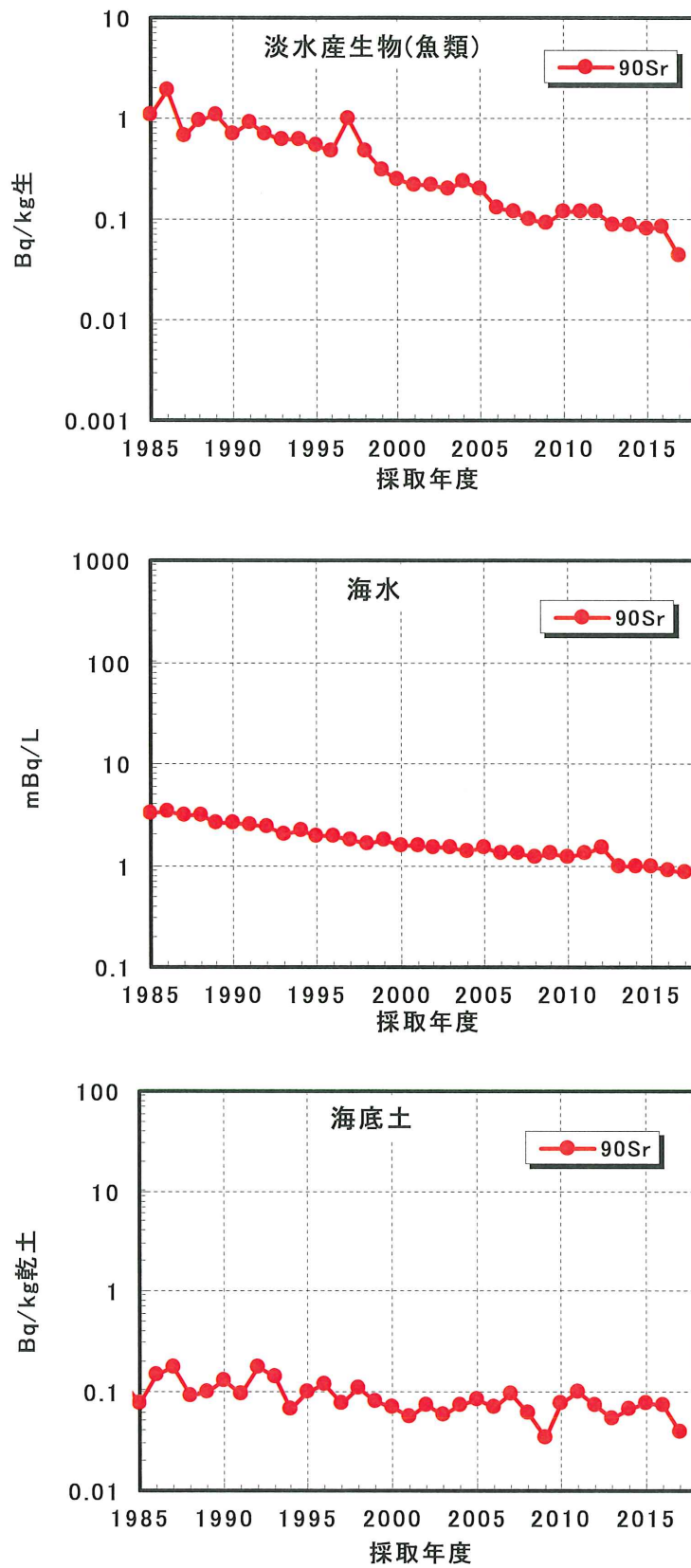


図 2-4-1 各種環境試料の ^{90}Sr 放射能濃度の経年変化 (つづき)

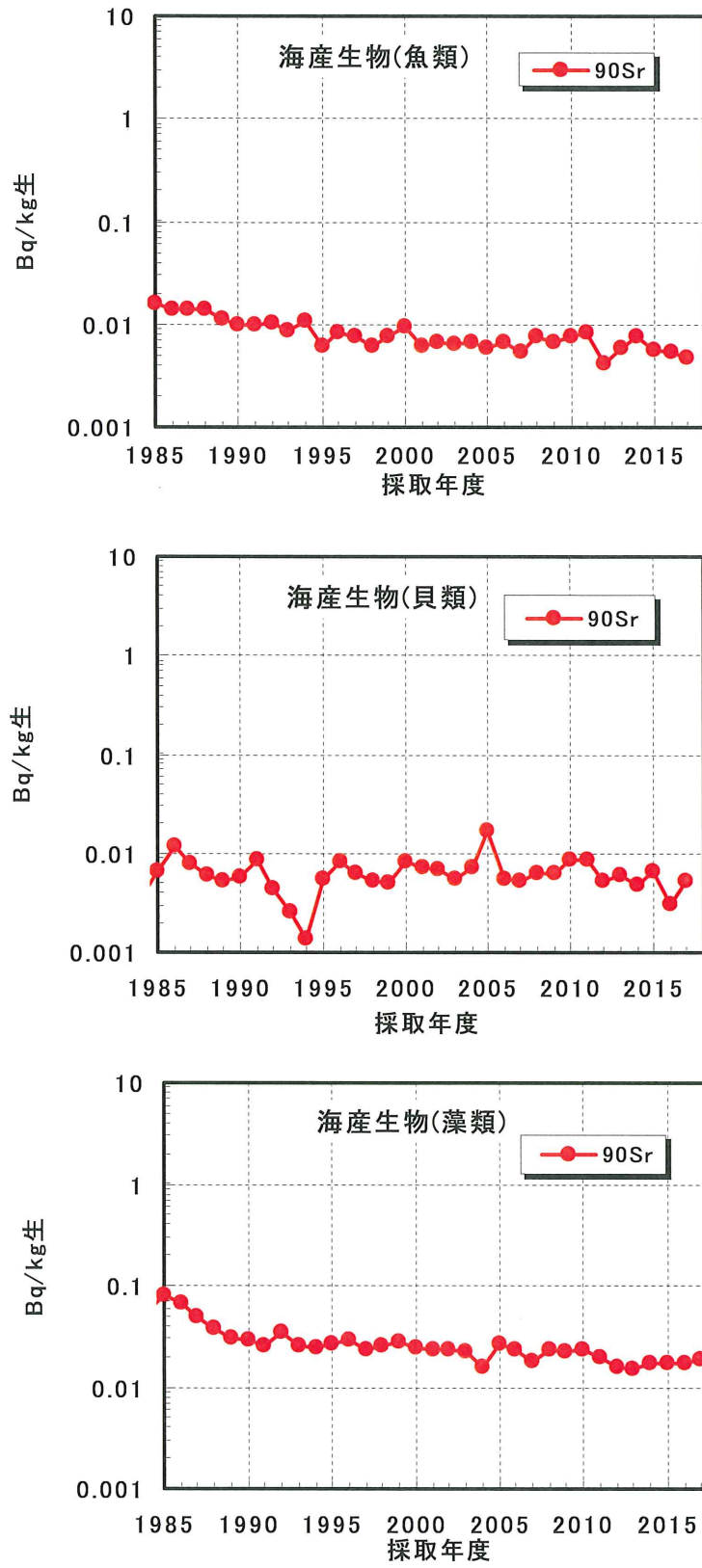


図 2-4-1 各種環境試料の ^{90}Sr 放射能濃度の経年変化 (つづき)

(3) 大気浮遊じんの高感度分析

近年の大気浮遊じんの測定結果は ^{90}Sr が不検出 (ND) となる場合が多く、環境放射能水準の定量的な把握ができない状況である。そこで、大容量エアサンプラ (SNOW WHITE) を用いて、大気試料の採取量を大幅に増やし、放射能測定法シリーズ 2「放射性ストロンチウム分析法」(平成 15 年改訂) に準じた方法で分析・測定を行った。結果を表 2-4-1 に示す。分析センターにおいて採取された大気浮遊じん中の ^{90}Sr 濃度は $\text{ND} \sim 0.00014 \pm 0.000021 \text{mBq/m}^3$ であった。分析した 12 試料のうち 10 試料で ^{90}Sr が有意に検出されており、大容量エアサンプラによって大気浮遊じん中の ^{90}Sr 濃度をより正確に把握することができた。

表 2-4-1 大気浮遊じんの高感度分析(⁹⁰Sr)結果

試料	採取開始日 採取終了日	吸引量 (m ³)	ストロンチウム-90	
			測定年月日	mBq/m ³
平成 30 年 1 月分	30. 1. 2 30. 2. 5	542016. 1	31. 3. 7	0. 000055 ± 0. 000016
平成 30 年 2 月分	30. 2. 5 30. 3. 5	441588. 5	31. 3. 5	0. 000064 ± 0. 000016
平成 30 年 3 月分	30. 3. 5 30. 4. 2	454011. 3	31. 3. 7	0. 000080 ± 0. 000019
平成 30 年 4 月分	30. 4. 2 30. 5. 2	483337. 7	31. 3. 7	0. 00014 ± 0. 000020
平成 30 年 5 月分	30. 5. 2 30. 6. 4	527393. 0	31. 3. 7	0. 000061 ± 0. 000016
平成 30 年 6 月分	30. 6. 4 30. 7. 2	453137. 4	31. 3. 6	0. 000055 ± 0. 000015
平成 30 年 7 月分	30. 7. 2 30. 8. 6	561785. 3	31. 3. 7	<0. 00004
平成 30 年 8 月分	30. 8. 6 30. 9. 3	449091. 6	31. 3. 5	0. 000054 ± 0. 000017
平成 30 年 9 月分	30. 9. 3 30. 10. 2	469069. 1	31. 3. 11	<0. 00006
平成 30 年 10 月分	30. 10. 2 30. 11. 5	544905. 6	31. 3. 6	0. 00011 ± 0. 000016
平成 30 年 11 月分	30. 11. 5 30. 12. 3	446695. 0	31. 3. 6	0. 00014 ± 0. 000021
平成 30 年 12 月分	30. 12. 3 31. 1. 8	565946. 8	31. 3. 13	0. 000040 ± 0. 000013

2.5 プルトニウム分析

2.5.1 土壌中のプルトニウム分析

(1) 概要

平成 29 年度に 47 都道府県の環境センター等が採取し、乾燥細土とした後に分析センターが送付を受けた、47 都道府県各 1 地点（青森県と沖縄県は 2 地点）で採取された表層（0～5cm）及び下層（5～20cm）の土壌、合計 98 試料について分析を行った。分析方法は、放射能測定法シリーズ 12「プルトニウム分析法」（平成 2 年改訂）に準じた。

なお、環境中に存在するプルトニウムは、大気圏内核実験に伴うグローバルフォールアウト起源である ^{238}Pu 、 ^{239}Pu 、 ^{240}Pu 、 ^{241}Pu であり、 ^{241}Am は ^{241}Pu （半減期約 14 年）から生成する。これらの放射能濃度を把握するため、 α 線スペクトロメトリーによる ^{238}Pu 及び $^{239+240}\text{Pu}$ の分析、ICP 質量分析装置（ICP-MS）による ^{239}Pu 、 ^{240}Pu の分析、液体シンチレーションカウンタによる ^{241}Pu の分析を行った。また、プルトニウム（ $^{239+240}\text{Pu}$ ）濃度が高い 15 試料について、 α 線スペクトロメトリーによる ^{241}Am 及び Cm 同位体の分析を行った。分析方法は、放射能測定法シリーズ 28「環境試料中プルトニウム迅速分析法」（平成 14 年）及び 21「アメリカシウム分析法」（平成 2 年）に準じた。液体シンチレーションカウンタによる ^{241}Pu 測定については、 β 線の最大エネルギーが ^{241}Pu と近い ^3H を効率校正に使用した。

(2) 結果と考察

土壌中のプルトニウムの分析結果（平均値、最小値及び最大値）を、平成 24 年度から 28 年度までに採取された土壌の分析結果と合わせて表 2-5-1 に示す。

表 2-5-1 過去の調査結果との比較（放射能濃度）

Bq/kg 乾土

核種	採取深さ (cm)	平均値、最小値、最大値	平成 24～28 年度採取分 (n=244)	平成 29 年度採取分 (n=49)
^{238}Pu	0～5	平均値 最小値～最大値	0.032 ND ～ 0.12	0.028 ND ～ 0.071
	5～20	平均値 最小値～最大値	0.018 ND ～ 0.046	0.014 ND ～ 0.020
$^{239+240}\text{Pu}$	0～5	平均値 最小値～最大値	0.42 ND ～ 3.8	0.40 ND ～ 2.9
	5～20	平均値 最小値～最大値	0.21 ND ～ 1.5	0.18 ND ～ 0.87

平成 29 年度における採取深さ 0～5cm の各地点の ^{238}Pu 濃度は ND（検出されず）～0.071 Bq/kg 乾土、 $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度は ND～ 2.9 Bq/kg 乾土であり、採取深さ 5～20cm の ^{238}Pu 濃度は ND～0.020 Bq/kg 乾土、 $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度は ND～0.87 Bq/kg 乾土の範囲であり、いずれも平成 24 年度から 28 年度の調査結果と差は見られなかった。

採取地点毎の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度を図 2-5-1、 ^{238}Pu 濃度を図 2-5-2、プルトニウム同位体 (^{238}Pu 、 $^{239+240}\text{Pu}$) の放射能比を図 2-5-3 に示す。例年同様、数地点（岩手県、長野県、大分県）の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度がやや高い値を示したが、平成 29 年度に採取された土壌中のプルトニウム濃度は、平均値及び範囲ともに平成 24 年度から平成 28 年度までの結果と同程度の値であった。また、プルトニウム同位体の放射能比 ($^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$) は約 0.022 であり、UNSCEAR1982 報告書による北半球におけるグローバルフォールアウトの値(0.026)と同程度であることを確認した。

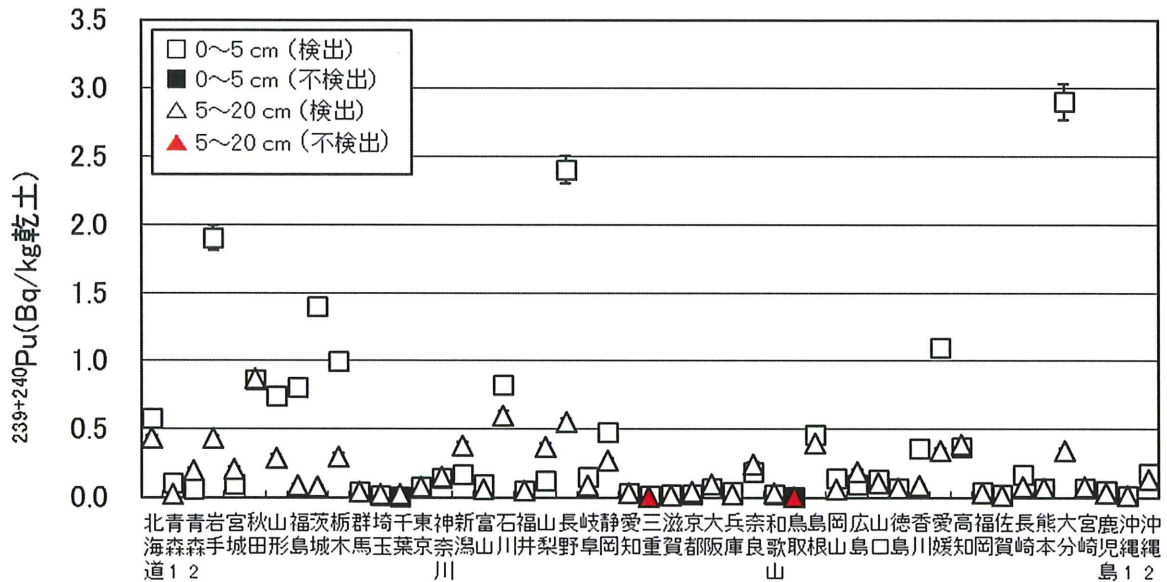


図 2-5-1 土壌中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度（平成 29 年度採取分）

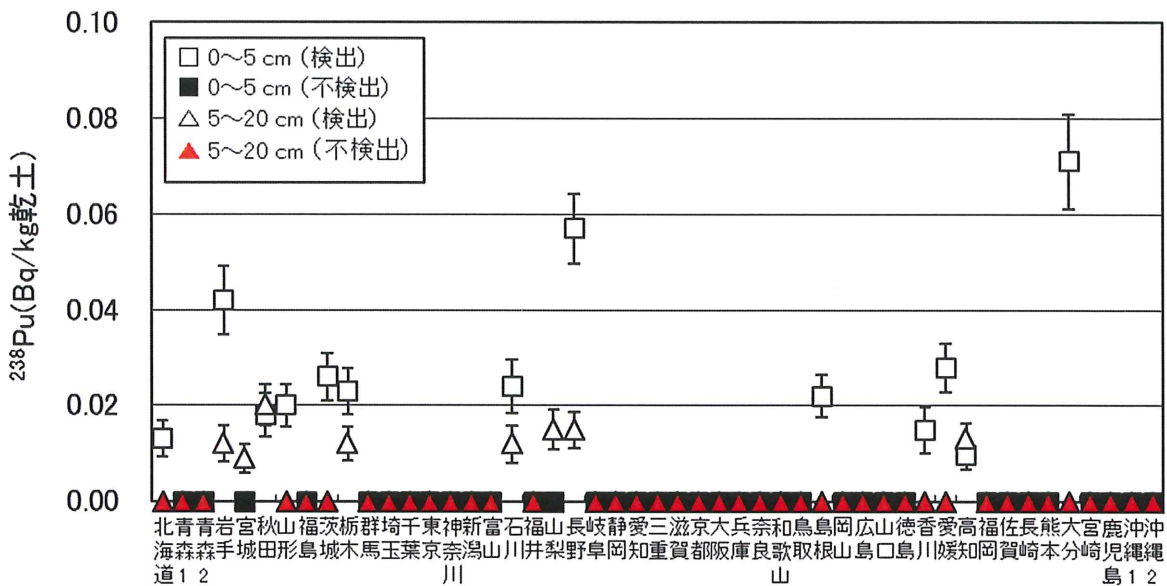


図 2-5-2 土壌中の ^{238}Pu 濃度（平成 29 年度採取分）

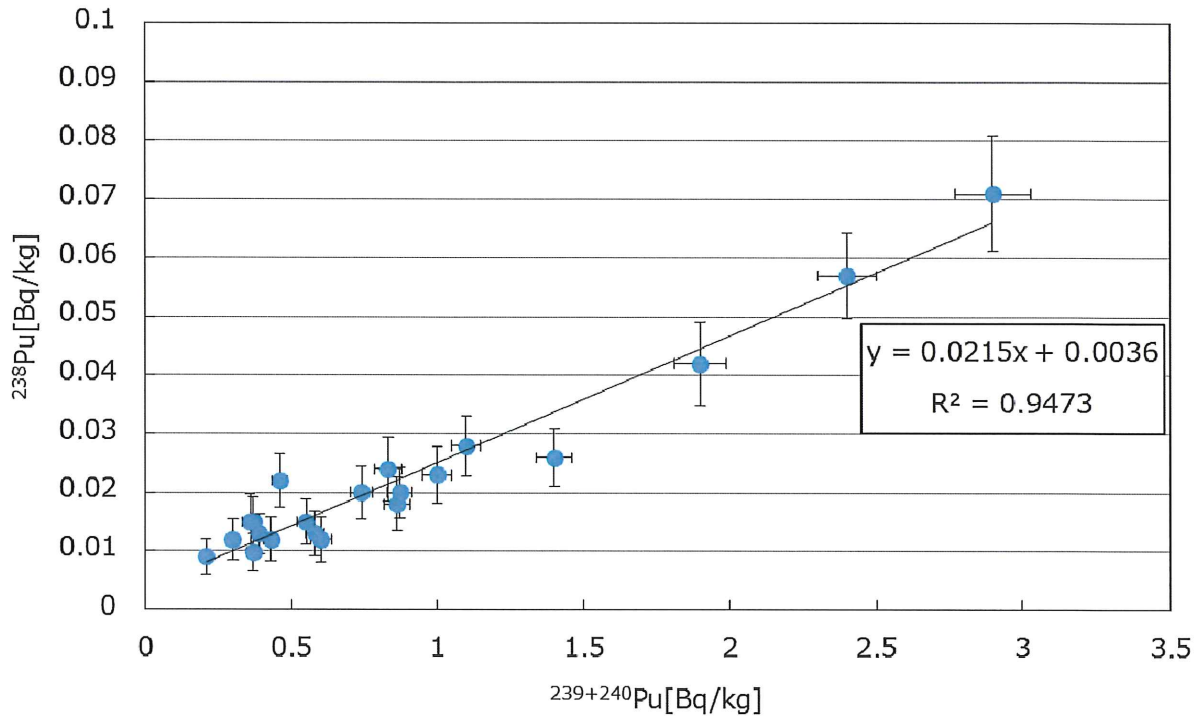


図 2-5-3 土壌中の ^{238}Pu と $^{239+240}\text{Pu}$ 放射能比

表 2-5-2 に示すとおり、平成 29 年度における $^{239+240}\text{Pu}$ の蓄積量は ND（検出されず）～ 130 MBq/km²（平均値 29 MBq/km²）であり、いずれも平成 24 年度から 28 年度の調査結果と同程度であった。なお、UNSCEAR1982 レポートによれば、北半球の $^{239+240}\text{Pu}$ 降下量はおよそ 40MBq/km² である。

表 2-5-2 過去の調査結果と比較（蓄積量）

単位：MBq/km²

核種名	深さ (cm)	項目	平成 24 年～28 年度 採取分 (n=244)	平成 29 年度採取分 (n=49)
$^{239+240}\text{Pu}$	0～20	平均値 最小値～最大値	32 ND ～ 207	29 ND ～ 130

$^{239+240}\text{Pu}$ と ^{137}Cs の放射能比を図 2-5-4 に示す。福島第一原子力発電所事故の影響と考えられる ^{134}Cs が検出された試料を除いたプルトニウムとセシウム放射能比 ($^{239+240}\text{Pu}/^{137}\text{Cs}$) は 0.051 (n=71) であった。

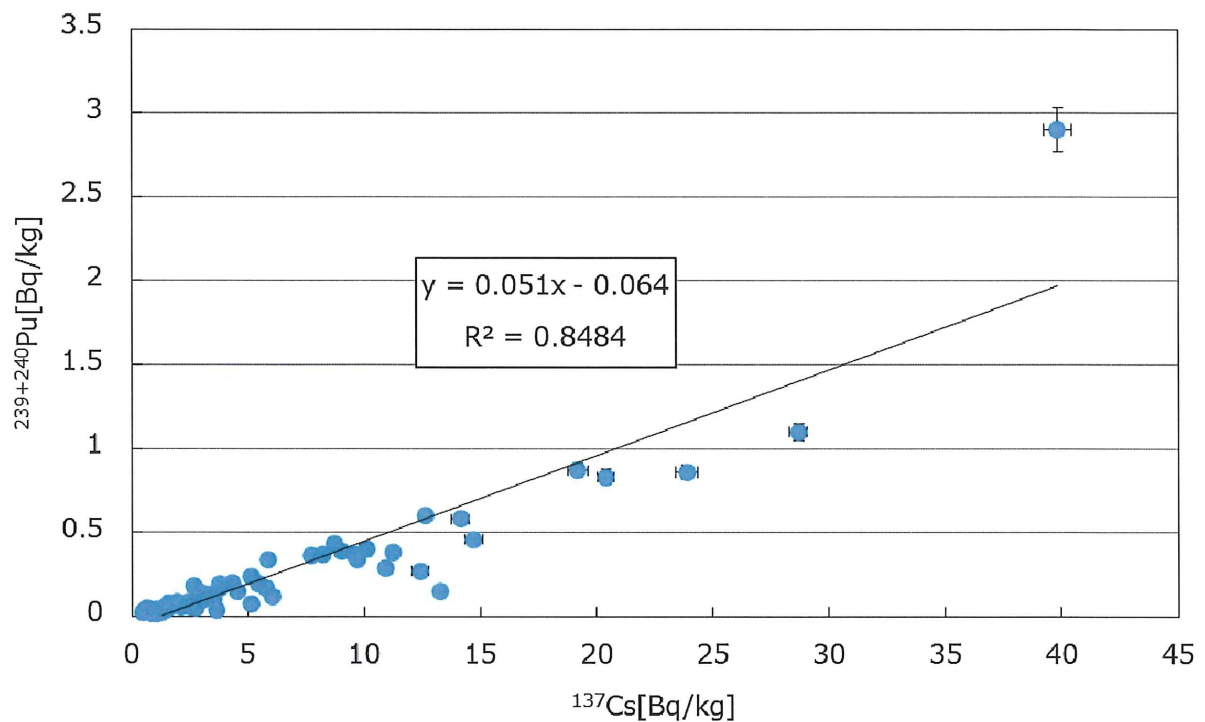


図 2-5-4 土壌中の $^{239+240}\text{Pu}$ と ^{137}Cs 放射能比 (平成 29 年度採取分)

また、土壌全 98 試料について、ICP 質量分析装置 (ICP-MS) による ^{239}Pu 、 ^{240}Pu の分析及び液体シンチレーションカウンタによる ^{241}Pu の分析を実施した。 ^{239}Pu と ^{240}Pu の原子数比を図 2-5-5 に、 ^{241}Pu と $^{239+240}\text{Pu}$ の放射能比を図 2-5-6 に示す。 ^{239}Pu と ^{240}Pu の原子数比 ($^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$) は 0.18 であり、Krey ら (1976) が測定した世界の土壌 60 試料の平均値 (0.176 ± 0.014) と同程度であった。 ^{241}Pu と $^{239+240}\text{Pu}$ の放射能比 ($^{241}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$) は 0.86 であった。過去の調査において ^{241}Pu は $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度の高い上位 15 試料にしか実施していなかったが、本年度に調査した全 98 試料の放射能比は、過去の調査結果 (0.56~1.3) の範囲内であった。今後、継続的な調査によりデータを蓄積していく必要がある。

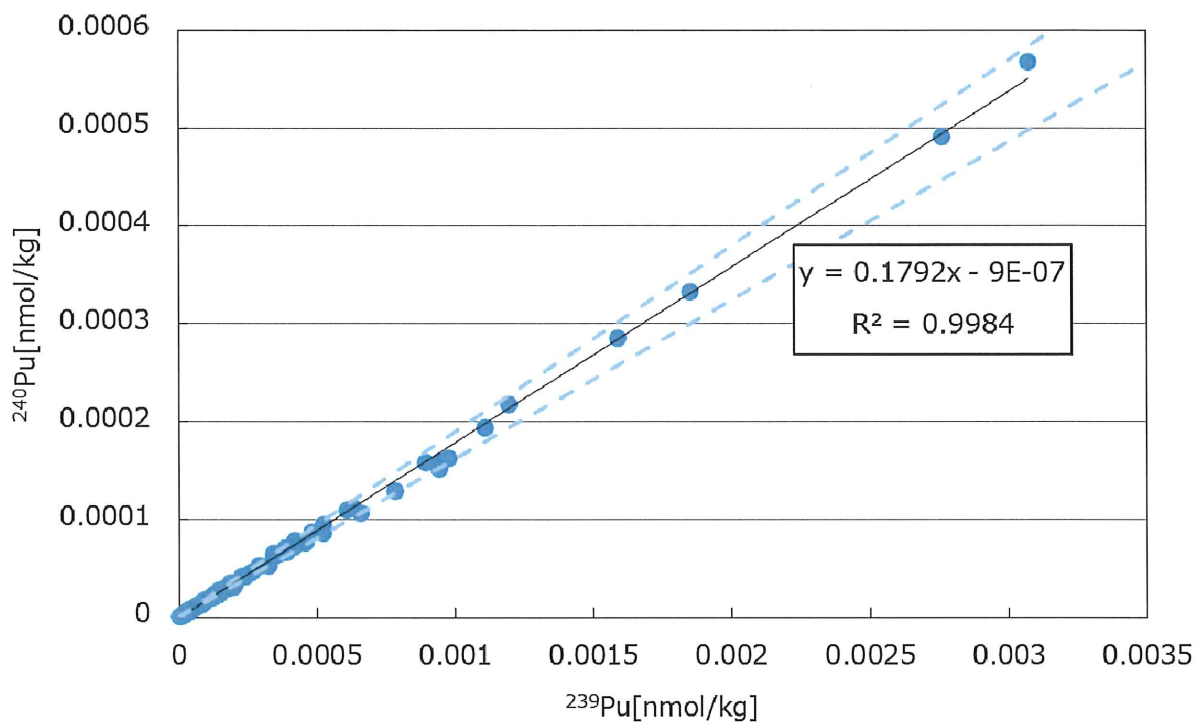


図 2-5-5 土壌中の ^{240}Pu と ^{239}Pu の原子数比 ($^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$)

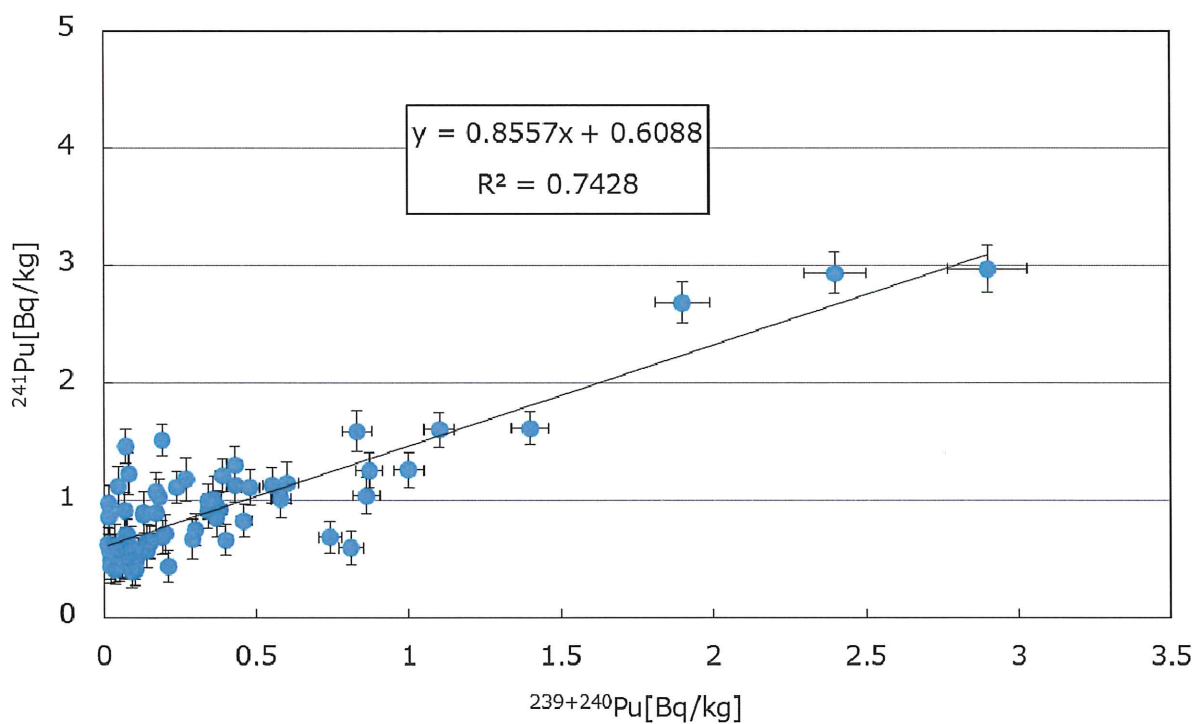


図 2-5-6 土壌中の ^{241}Pu と $^{239+240}\text{Pu}$ の放射能比

※ ^{241}Pu の放射能は 2014 年 1 月 1 日に減衰補正した値である

次に、分析結果のプルトニウム ($^{239+240}\text{Pu}$) 濃度が高い 15 試料について、表 2-5-3 に示す。

表 2-5-3 プルトニウム ($^{239+240}\text{Pu}$) 濃度が高い 15 試料

No.	県名	深度 (cm)	採取年月日	$^{239+240}\text{Pu}$ 放射能濃度 (Bq/kg 乾土)	No.	県名	深度 (cm)	採取年月日	$^{239+240}\text{Pu}$ 放射能濃度 (Bq/kg 乾土)
1	大分県	0-5	H29. 7. 27	2.9 ±0.13	9	石川県	0-5	H29. 7. 10	0.83±0.047
2	長野県	0-5	H29. 7. 27	2.4 ±0.10	10	福島県	0-5	H29. 5. 24	0.81±0.041
3	岩手県	0-5	H29. 8. 3	1.9 ±0.09	11	山形県	0-5	H29. 7. 28	0.74±0.038
4	茨城県	0-5	H29. 5. 23	1.4 ±0.06	12	石川県	5-20	H29. 7. 10	0.60±0.036
5	愛媛県	0-5	H29. 8. 3	1.1 ±0.05	13	北海道	0-5	H29. 11. 14	0.58±0.032
6	栃木県	0-5	H29. 10. 12	1.0 ±0.05	14	長野県	5-20	H29. 7. 27	0.55±0.031
7	秋田県	5-20	H29. 9. 22	0.87±0.043	15	静岡県	0-5	H29. 7. 19	0.48±0.029
8	秋田県	0-5	H29. 9. 22	0.86±0.045					

上記 15 試料については、 α 線スペクトロメトリーによるアメリシウム、キュリウムの分析を実施した。 ^{241}Am は 15 試料全てから検出され、その濃度は 0.17~1.2 Bq/kg 乾土と、過去 5 年間の調査結果 (0.15~1.2 Bq/kg 乾土) と同程度であった。

^{242}Cm 及び $^{243+244}\text{Cm}$ は全ての試料において不検出であり、これも過去 5 年間の調査結果と同程度であった。

^{241}Am と $^{239+240}\text{Pu}$ の放射能比を図 2-5-7 に示す。その放射能比 ($^{241}\text{Am}/^{239+240}\text{Pu}$) は 0.41 であり、過去 5 年間の調査結果 (0.42~0.45) と同程度であった。また、 ^{241}Am と $^{239+240}\text{Pu}$ の放射能は強い相関を示していることから、検出された ^{241}Am は $^{239+240}\text{Pu}$ と同じくグローバルフォールアウトに由来するものと推測された。

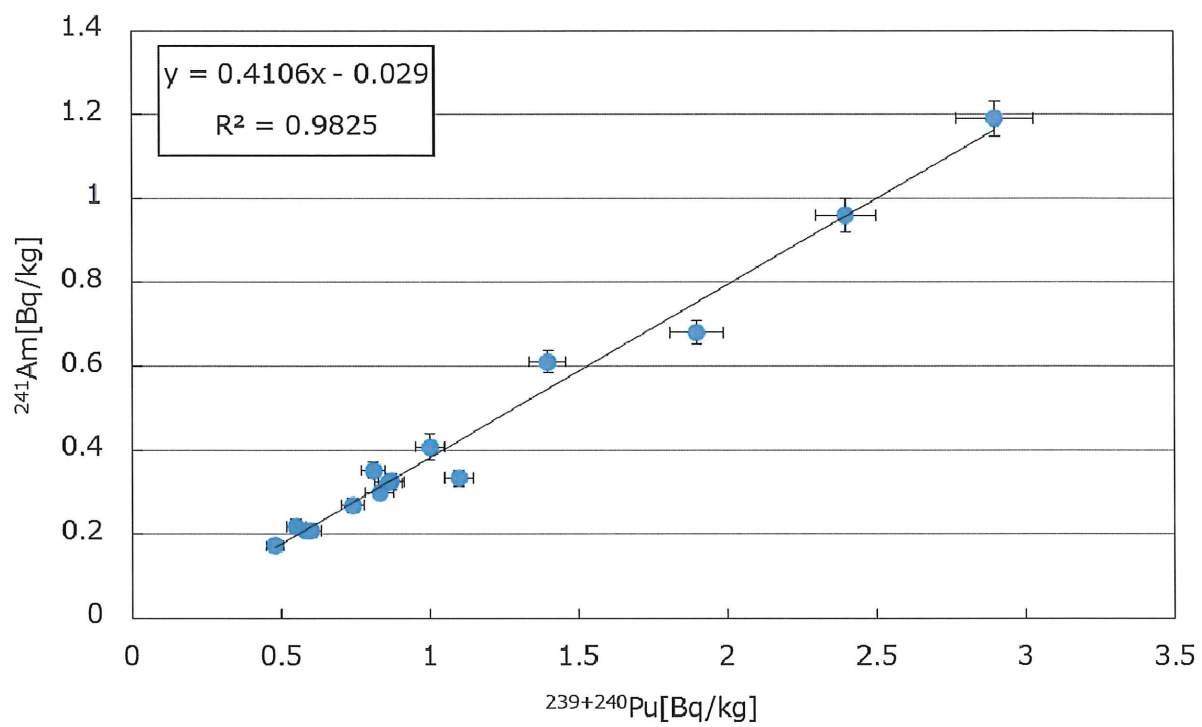


図 2-5-7 土壌中の ^{241}Am と $^{239+240}\text{Pu}$ の放射能比

2.5.2 大気浮遊じんの高感度分析

(1) 概要

大容量エアサンプラ (SNOW WHITE) により大気を連続吸引し、大気浮遊じんをろ紙上に捕集した。捕集したろ紙を、硝酸を用いてプルトニウムを浸出して分析試料とし、 α 線スペクトロメトリーによる ^{238}Pu 、 $^{239+240}\text{Pu}$ の分析及び ICP 質量分析装置 (ICP-MS) による ^{239}Pu 、 ^{240}Pu の分析を行った。分析方法は、放射能測定法シリーズ 12「プルトニウム分析法」(平成 2 年改訂) 及び 28「環境試料中プルトニウム迅速分析法」(平成 14 年) に準じた。

(2) 結果と考察

α 線スペクトロメトリーによる大気浮遊じん中のプルトニウム濃度を図 2-5-8 に、ICP-MS 測定によるプルトニウムの原子数比 ($^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$) を図 2-5-9 に示す。 $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度は、 $0.00000045\sim 0.000016\text{mBq}/\text{m}^3$ であった。過去 2 年間の傾向と同様、2 月～5 月にかけて $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度が高い値を示した。また、2018 年 1 月及び 4 月採取分の大気浮遊じんからは ^{238}Pu が検出され、プルトニウム同位体の放射能比 ($^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$) はそれぞれ 0.14 ± 0.047 及び 0.21 ± 0.022 であった。これは UNSCEAR1982 報告書による北半球におけるグローバルフォールアウトの値(0.026) と異なる結果であった。Kierepko ら (2019) は、福島第一原子力発電所の事故による影響を受けた土壌試料はプルトニウムの放射能比 ($^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$) が $0.030\pm 0.016\sim 0.35\pm 0.13$ であったと報告しており、福島第一原子力発電所事故の影響を受けた土壌粒子が飛来した可能性が考えられたが、本調査において分析に供した大気浮遊じんは福島県から約 210km 離れた千葉市において捕集したものであり、放射能比がグローバルフォールアウトの値(0.026) と異なった理由は不明である。

なお、 ^{238}Pu 検出された 2018 年 1 月及び 4 月採取分の大気浮遊じん中の ^{240}Pu と ^{239}Pu の原子数比 ($^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$) は、それぞれ 0.16 ± 0.019 及び 0.17 ± 0.0088 であり、Krey ら (1976) が測定した世界の土壌 60 試料の平均値 (0.176 ± 0.014) と同程度であった。本調査において、 ^{238}Pu を検出した試料は 2 試料と少ないため、今後もデータを蓄積して傾向等を注視していく必要がある。

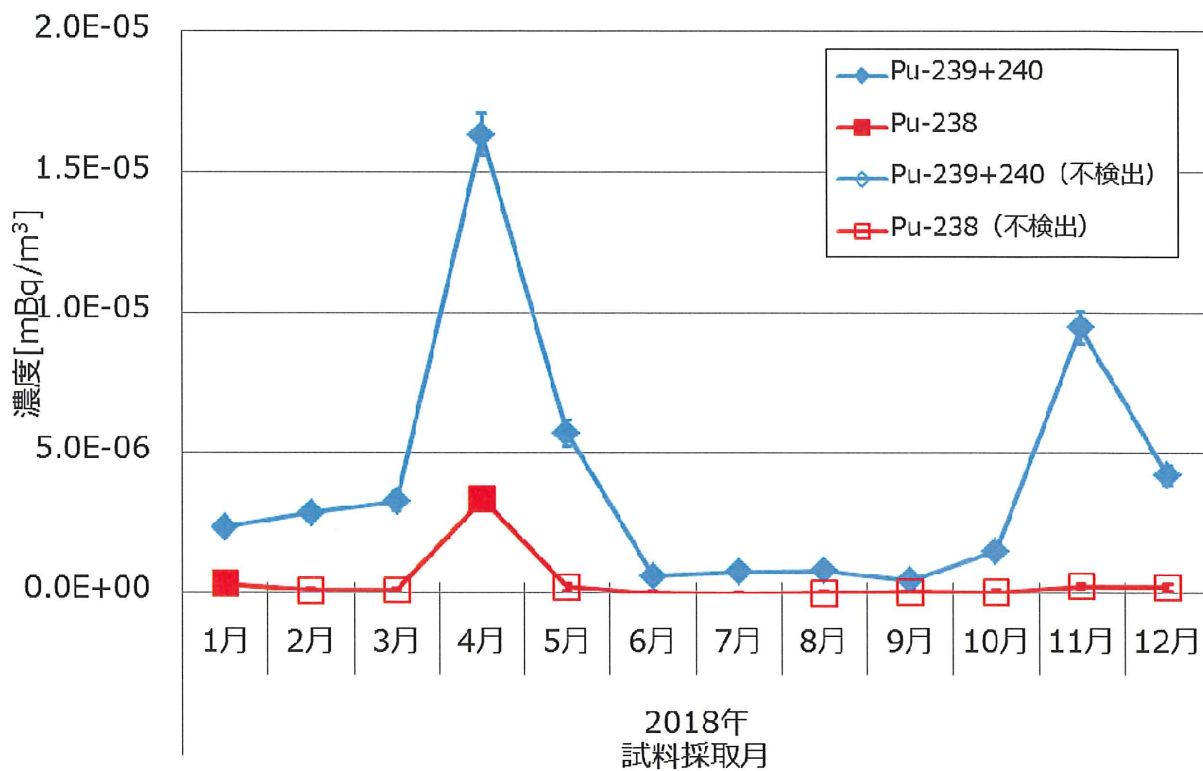


図 2-5-8 採取月毎の ^{238}Pu と $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度

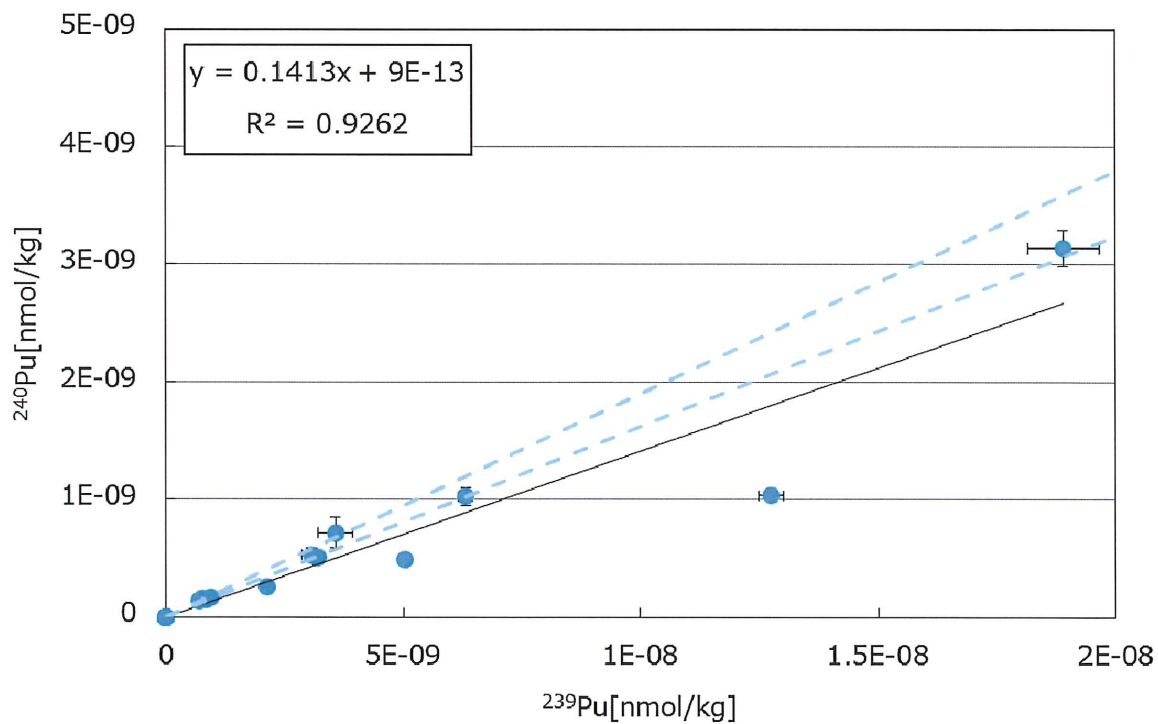


図 2-5-9 大気浮遊じんの ^{239}Pu と ^{240}Pu の原子数比 ($^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$)

2.6 ヨウ素 129 分析

(1) 概要

平成 30 年度に北海道、秋田県及び千葉県において採取した土壌(採取深度 0-5、5-20cm)、牛乳、海藻及び野菜試料を対象として ^{129}I 分析を実施した。

また、環境放射能水準の正確な実態を把握するため、分析センターにおいて、大容量エアサンプラを用いて採取した大気浮遊じんの ^{129}I 濃度及び $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 原子数比の経年変化について調査した。

(2) 分析方法

分析及び測定方法は以下のとおりである。

試料中のヨウ素を燃焼法により TMAH (Tetramethylammonium Hydroxide) 溶液に捕集し、この溶液から一部を分取したものを安定ヨウ素定量用試料とした。残りの溶液にヨウ素担体を加え、有機溶媒を用いた溶媒抽出法によりヨウ素を分離・精製した。ヨウ素精製溶液に銀担体を添加し、生成したヨウ化銀沈殿を遠心分離後、乾燥した。沈殿に 2.5 倍量のニオブ粉末を加えてよく混合し、加速器質量分析装置(AMS)でヨウ素の同位体比 ($^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$) を測定した。また、 ^{129}I 濃度を算出するため、安定ヨウ素定量用試料を測定に適した濃度に調製し、内標準としてインジウムを用いて ICP-MS で安定ヨウ素 (^{127}I) を定量した。

なお、分析工程の妥当性確認のため、標準試料 (NIST-1547) を用いて試料と同様な工程で分析した。

(3) 結果と考察

1) 土壌、牛乳、海藻及び野菜の調査

平成 30 年度に採取した試料の分析結果を表 2-6-1、平成 23 年度から平成 29 年度までの過去の分析結果との比較を図 2-6-1～図 2-6-8 に示す。

北海道、秋田県、千葉県の土壌試料の ^{129}I 濃度は、採取深度 0-5 cm で 0.29～0.44 (mBq/kg 乾土)、採取深度 5-20 cm で 0.11～0.32 (mBq/kg 乾土) であった。牛乳(市販乳)は、0.0006～0.0011 (mBq/L)、海藻(コンブ、アカモク、アラメ)は、0.11～0.47 (mBq/kg 生)、野菜(キャベツ)は、0.000017～0.000061 (mBq/kg 生) であった。 $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 原子数比については、採取深度 0～5cm の土壌試料で $(2.2\sim 9.7)\times 10^{-9}$ 、採取深度 5～20 cm で $(1.3\sim 3.6)\times 10^{-9}$ であった。牛乳(市販乳)は、 $6.3\times 10^{-10}\sim 1.2\times 10^{-9}$ 、海藻は、 $4.9\times 10^{-11}\sim 1.1\times 10^{-10}$ 、野菜(キャベツ)は、 $1.0\times 10^{-9}\sim 1.0\times 10^{-8}$ であった。

土壌の比較結果を示した図 2-6-1、図 2-6-2 より、過去の分析結果と同

様に、0～5 cm の表層における ^{129}I 濃度は 5～20 cm における ^{129}I 濃度より高かった。 ^{129}I 濃度及び $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 原子数比は過去の分析結果と同程度であった。

牛乳の比較結果を示した図 2-6-3、図 2-6-4 より、過去の分析結果に比べて低めのデータがあるものの、 ^{129}I 濃度及び $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 原子数比は過去の分析結果と同程度であった。

海藻の比較結果を示した図 2-6-5、図 2-6-6 より、過去の分析結果に比べて低めのデータがあるものの、 ^{129}I 濃度及び $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 原子数比は過去の分析結果と同程度であった。

野菜の比較結果を示した図 2-6-7、図 2-6-8 より、 ^{129}I 濃度及び $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 原子数比は過去の分析結果と同程度であった。

2) 大気浮遊じんのヨウ素 129 分析

昨年度の検討結果を踏まえて、大容量エアサンプラ (SNOW WHITE) により採取した大気浮遊じん試料 (平成 29 年 1 月～) を用いて、 ^{129}I の経年変化について調査した。

大気浮遊じん試料の採取記録を表 2-6-2 及び表 2-6-3 に示す。

得られた調査結果を図 2-6-9、図 2-6-10 に示す。平成 29 年度及び 30 年度に採取された試料のヨウ素 129 分析結果には、年度ごとに似たような変動傾向 (3 月に高く、7 月が最も低い) が観測された。現時点では、SNOW WHITE 大容量エアサンプラを用いて採取した大気浮遊じんの ^{129}I 濃度及び $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 原子数に影響する因子が特定できないが、これらの結果を解析するため、引き続き分析結果を蓄積しながら、大気浮遊じんのヨウ素 129 濃度の傾向を調査する必要がある。

表 2-6-1 ヨウ素 129 分析結果

試料名	試料採取地	種類 深さ	採取地点	採取年月日	ヨウ素129	単位	原子数比 ($^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$)	
土壌	北海道	0-5cm	江別市	2018.11.28	0.40 ± 0.008	mBq/kg (乾土)	6.0E-09 ± 1.2E-10	
		5-20cm			0.22 ± 0.006		2.9E-09 ± 7.0E-11	
	秋田県	0-5cm	秋田市	2018.09.28	0.44 ± 0.009		2.2E-09 ± 4.2E-11	
		5-20cm			0.32 ± 0.008		1.3E-09 ± 2.9E-11	
	千葉県		0-5cm	市原市	2018.07.17		0.29 ± 0.007	9.7E-09 ± 2.1E-10
			5-20cm				0.11 ± 0.003	3.6E-09 ± 1.1E-10
牛乳	北海道	市販乳	河東郡	2018.05.25	0.0011 ± 0.00007	mBq/L	1.2E-09 ± 7.0E-11	
	秋田県		秋田市	2018.08.20	0.0007 ± 0.00005		1.0E-09 ± 7.0E-11	
	千葉県		八千代市	2018.05.25	0.0006 ± 0.00007		6.3E-10 ± 5.9E-11	
海藻	北海道	コンブ	余市郡余市町	2018.08.14	0.47 ± 0.008	mBq/kg (生)	8.6E-11 ± 1.5E-12	
	秋田県	アカモク	秋田県男鹿市 船川港	2018.05.21	0.37 ± 0.007		1.1E-10 ± 2.2E-12	
		アラメ	御宿町 岩和田漁協沖	2018.05.30	0.11 ± 0.005		4.9E-11 ± 2.2E-12	
野菜	北海道	キャベツ	恵庭市	2018.10.18	0.000017 ± 0.0000122	mBq/kg (生)	1.0E-09 ± 7.7E-10 ※	
	秋田県		秋田市	2018.10.29	0.000040 ± 0.0000161		4.0E-09 ± 1.6E-09 ※	
	千葉県		長生郡長柄町	2018.05.24	0.000061 ± 0.0000153		1.0E-08 ± 2.6E-09	

注) 「E-0X」は「10^{-X}」を意味している。
測定値がその誤差の3倍以下のものについては※で示した。

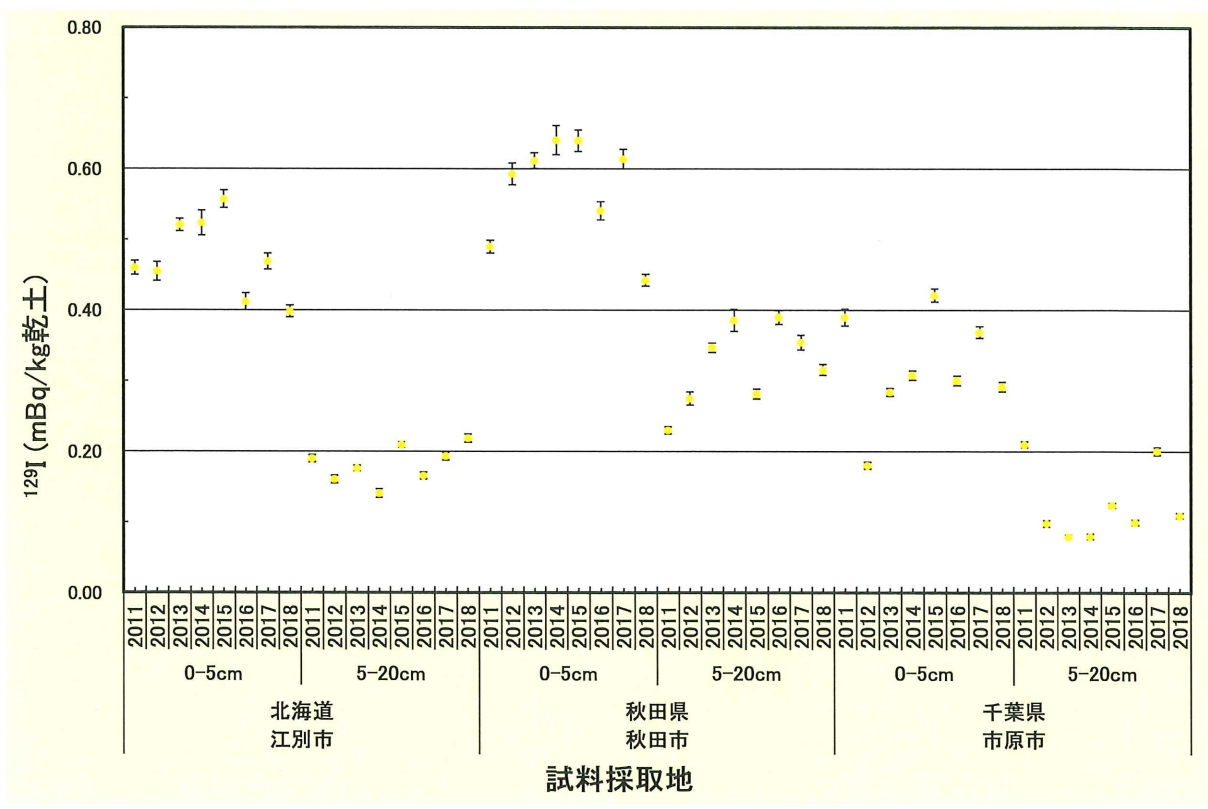


図 2-6-1 土壌 (0-5cm、5-20cm) の ^{129}I 濃度

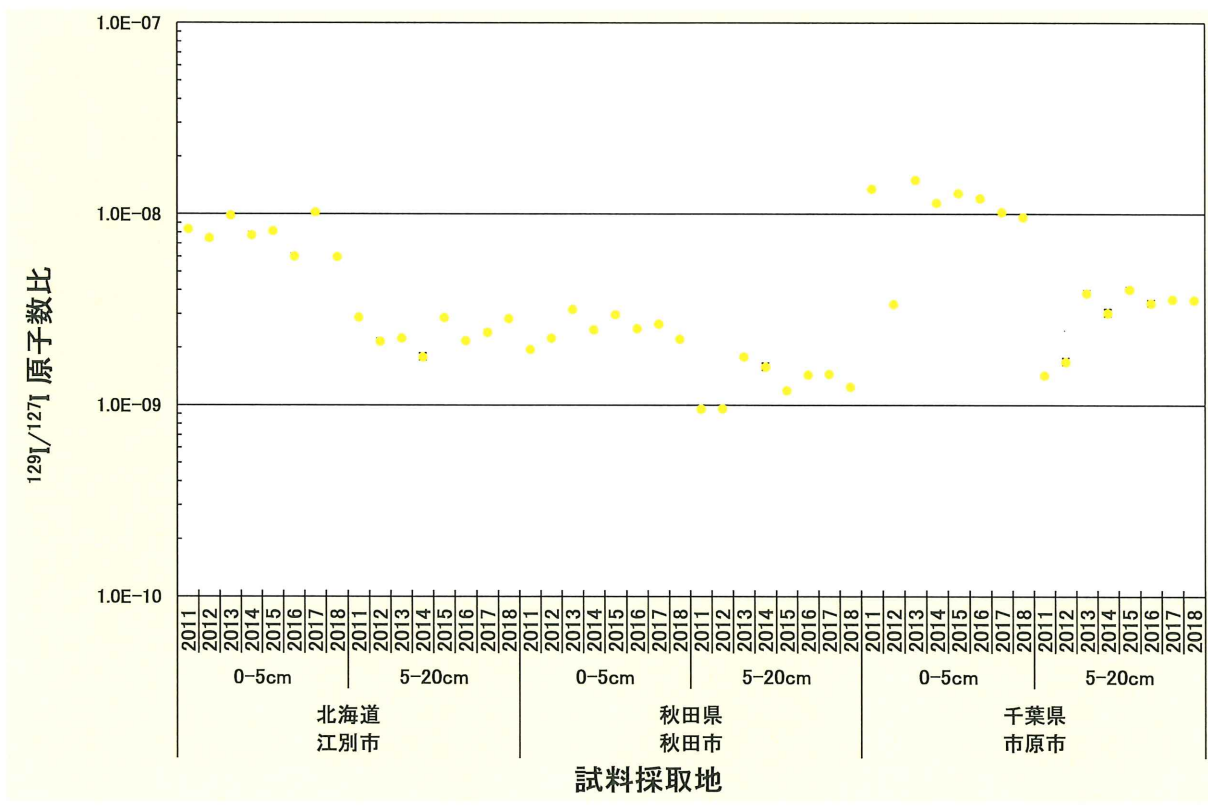


図 2-6-2 土壌 (0-5cm、5-20cm) の $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 原子数比

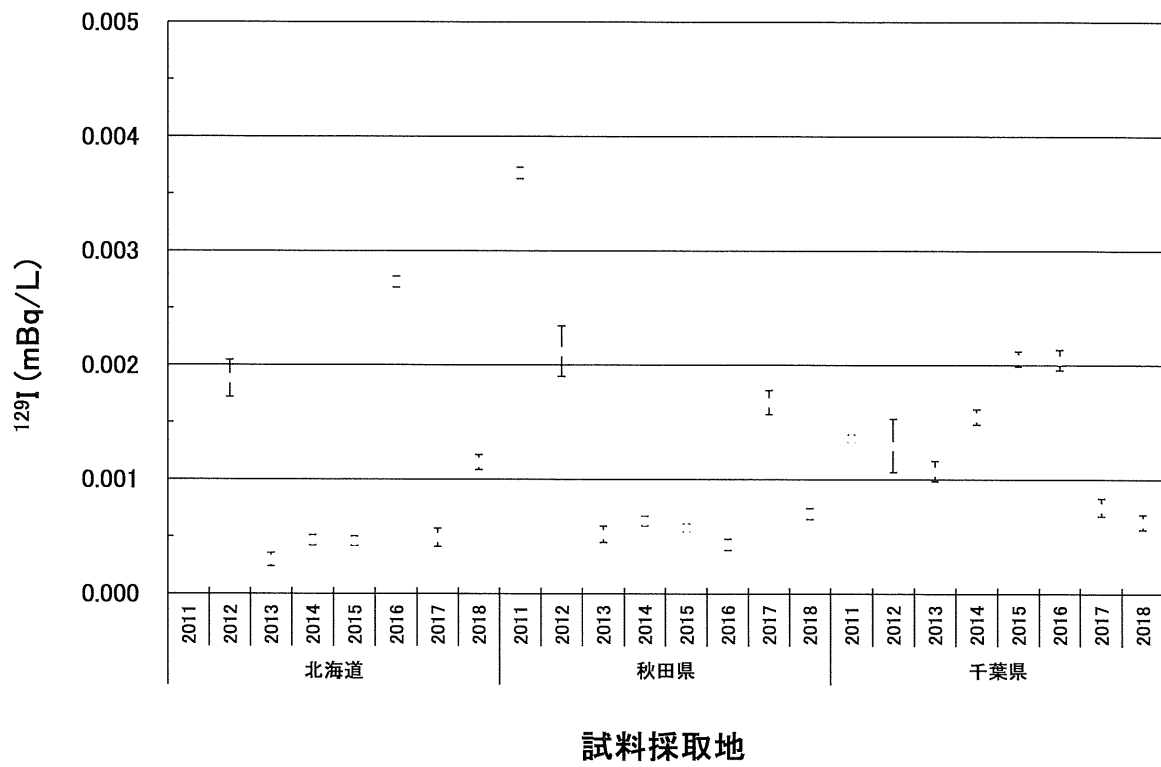


図 2-6-3 牛乳の ^{129}I 濃度

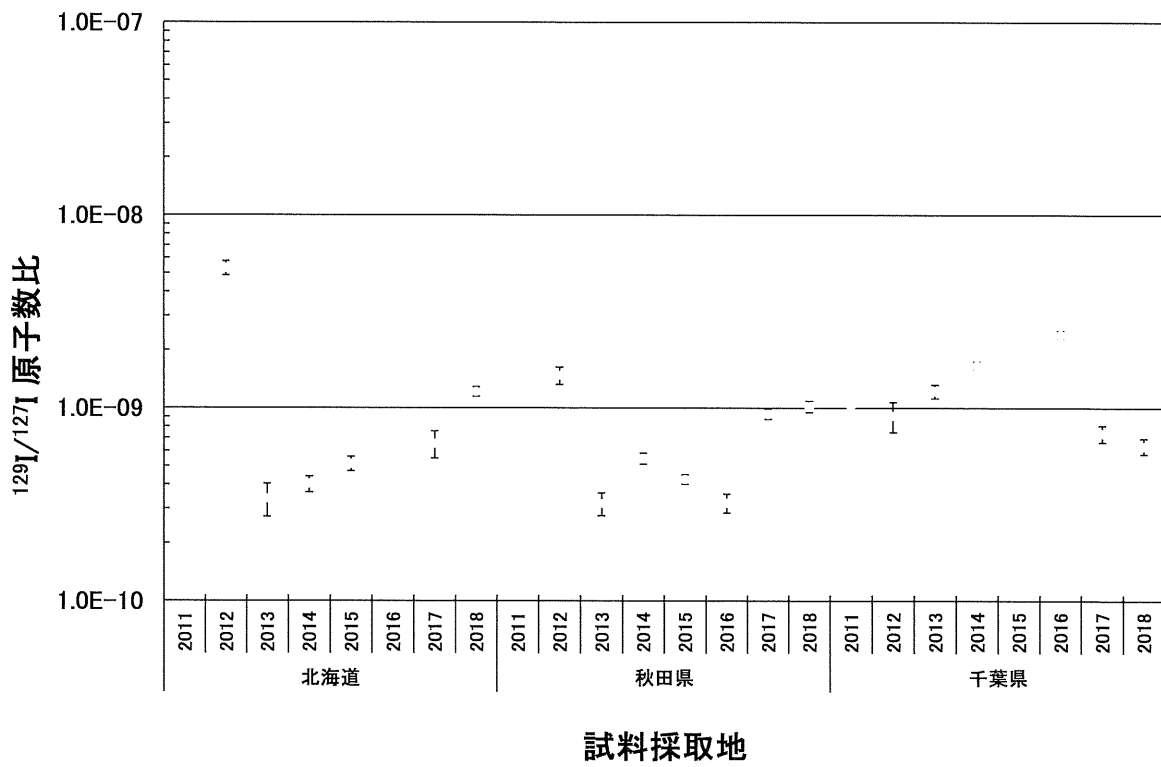


図 2-6-4 牛乳の $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 原子数比

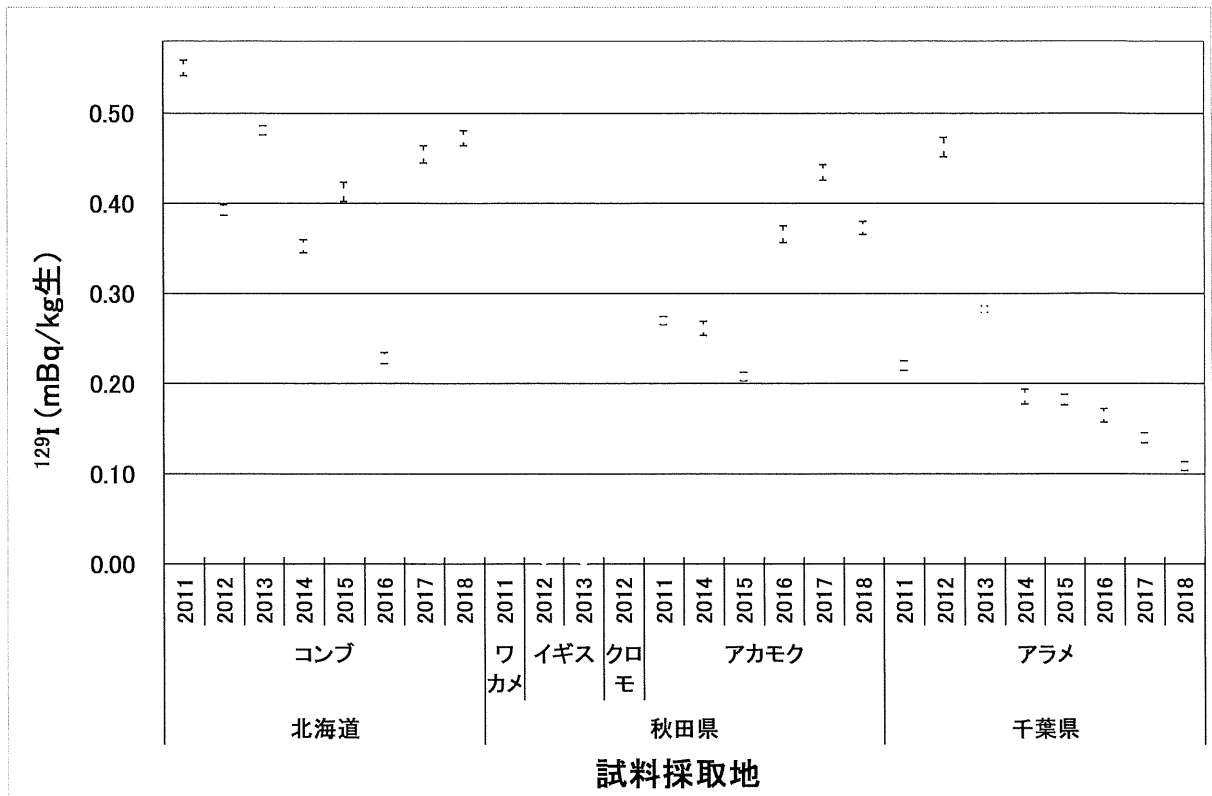


図 2-6-5 海藻の ^{129}I 濃度

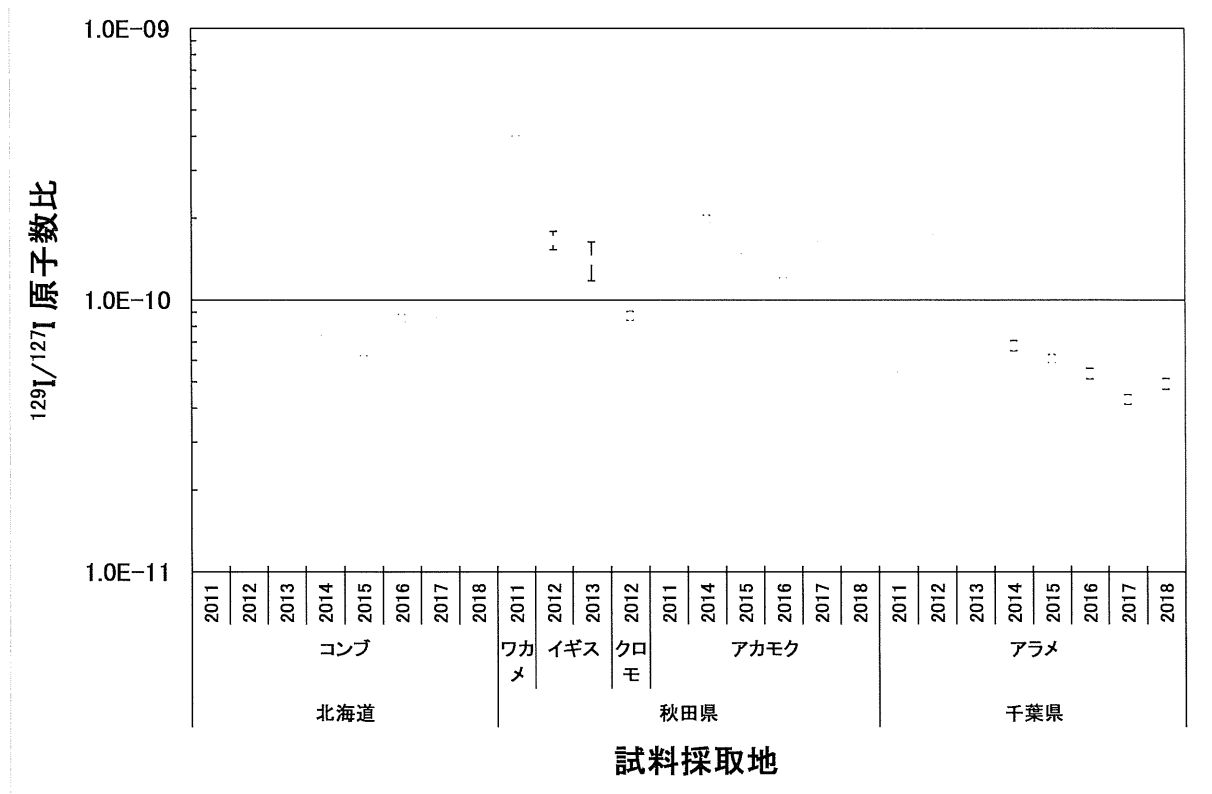


図 2-6-6 海藻の $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 原子数比

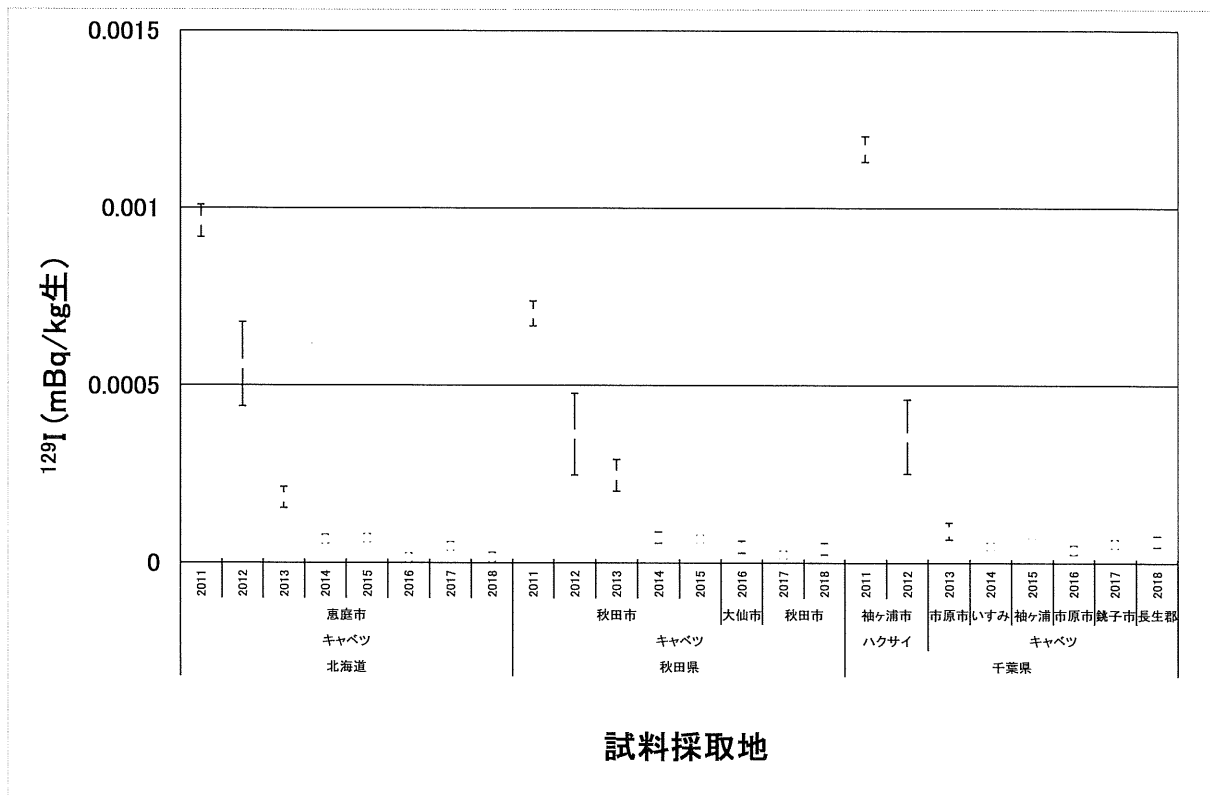


図 2-6-7 野菜の ^{129}I 濃度

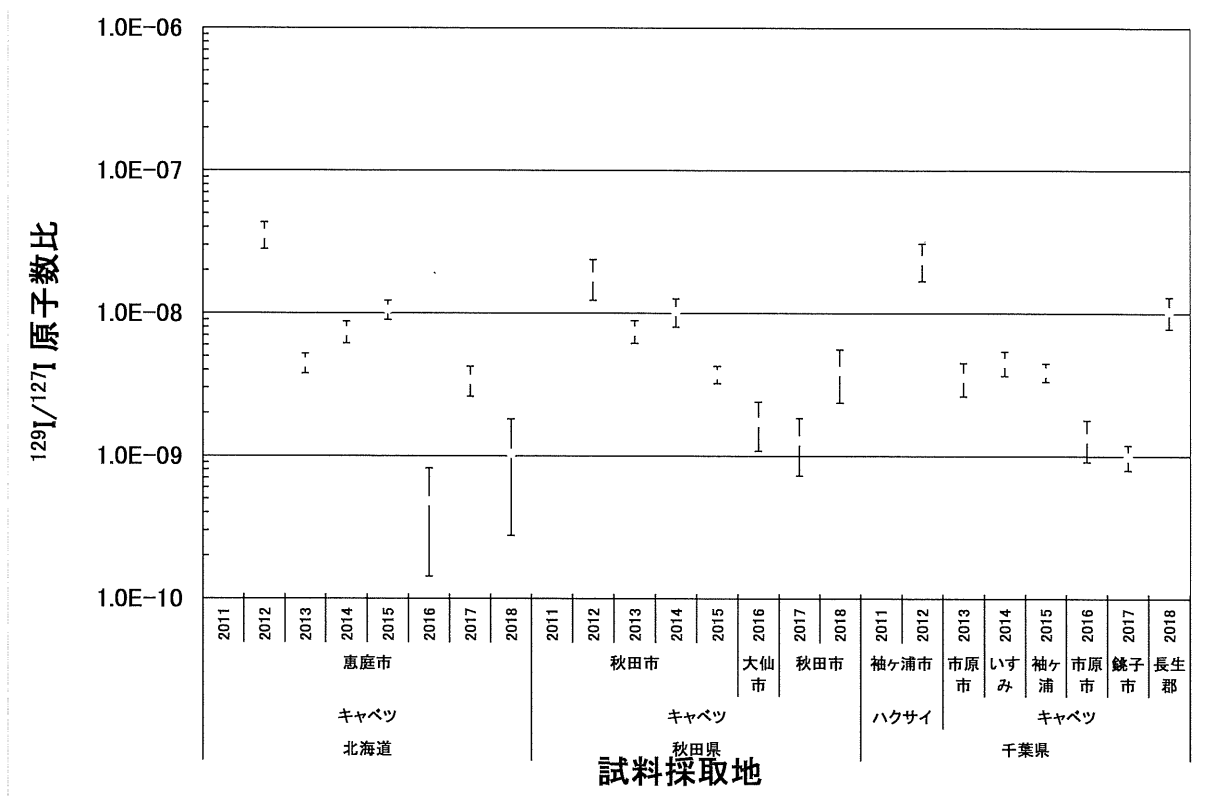


図 2-6-8 野菜の $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 原子数比

表 2-6-2 平成 29 年度大気浮遊じんの採取記録★

採取期間	20170104～20170202	20170202～20170302	20170302～20170403	20170403～20170502	20170502～20170605	20170605～20170703
積算流量 (m ³)	462893.9	442142.4	511691.8	463461.2	546954.7	422120.7
試料重量 (g)	134.44	123.99	132.16	122.97	150.11	116.94
採取期間	20170703～20170807	20170807～20170904	20170904～20171002	20171002～20171106	20171106～20171204	20171204～20180102
積算流量 (m ³)	565241.4	452375.6	452157.9	561273.2	444203.8	458744.1
試料重量 (g)	146.21	116.25	114.8	143.17	117.24	125.99

★採取地点：千葉市

表 2-6-3 平成 30 年度大気浮遊じんの採取記録★

採取期間	20180102～20180205	20180205～20180305	20180305～20180402	20180402～20180502
積算流量 (m ³)	542016.1	441588.5	454011.3	483337.7
試料重量 (g)	157.02	130.34	133.81	139.72
採取期間	20180502～20180604	20180604～20180702	20180702～20180806	20180806～20180903
積算流量 (m ³)	527393.0	453137.4	561785.3	449091.6
試料重量 (g)	144.66	122.41	157.50	126.16

★採取地点：千葉市

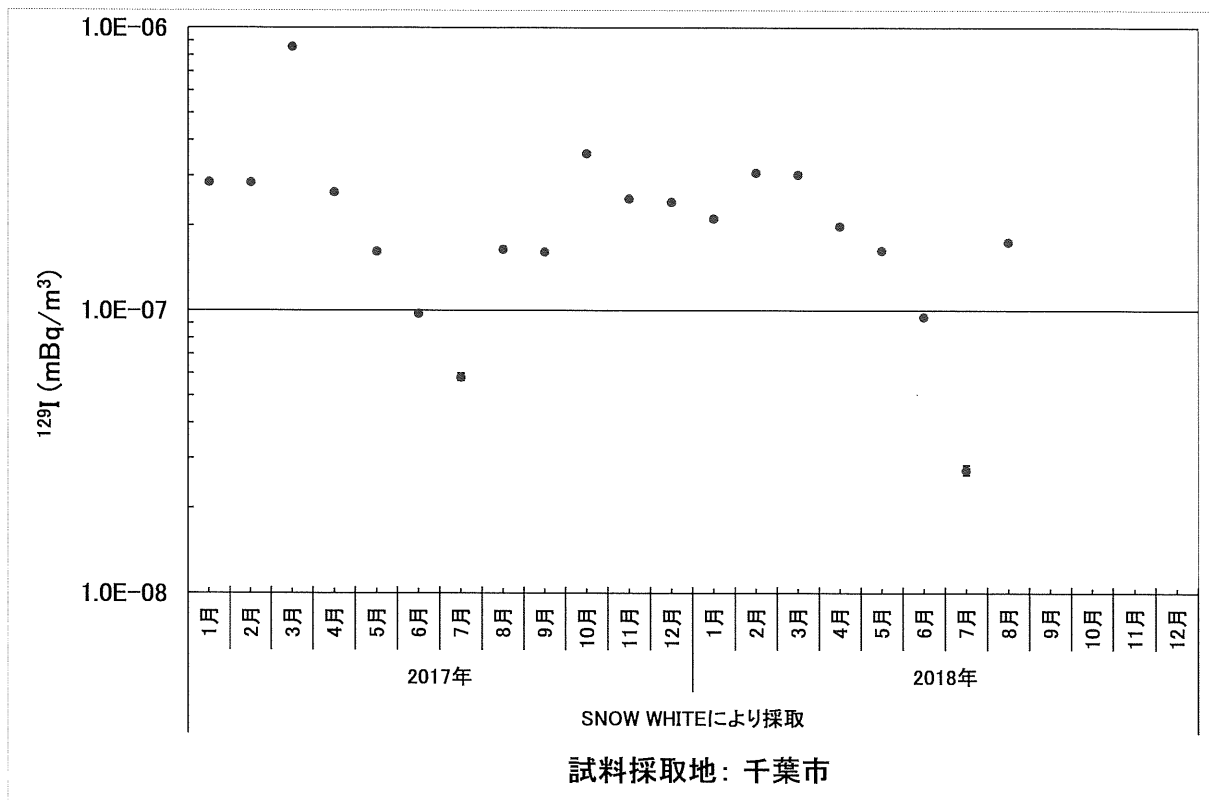


図 2-6-9 大気浮遊じんの ^{129}I 濃度

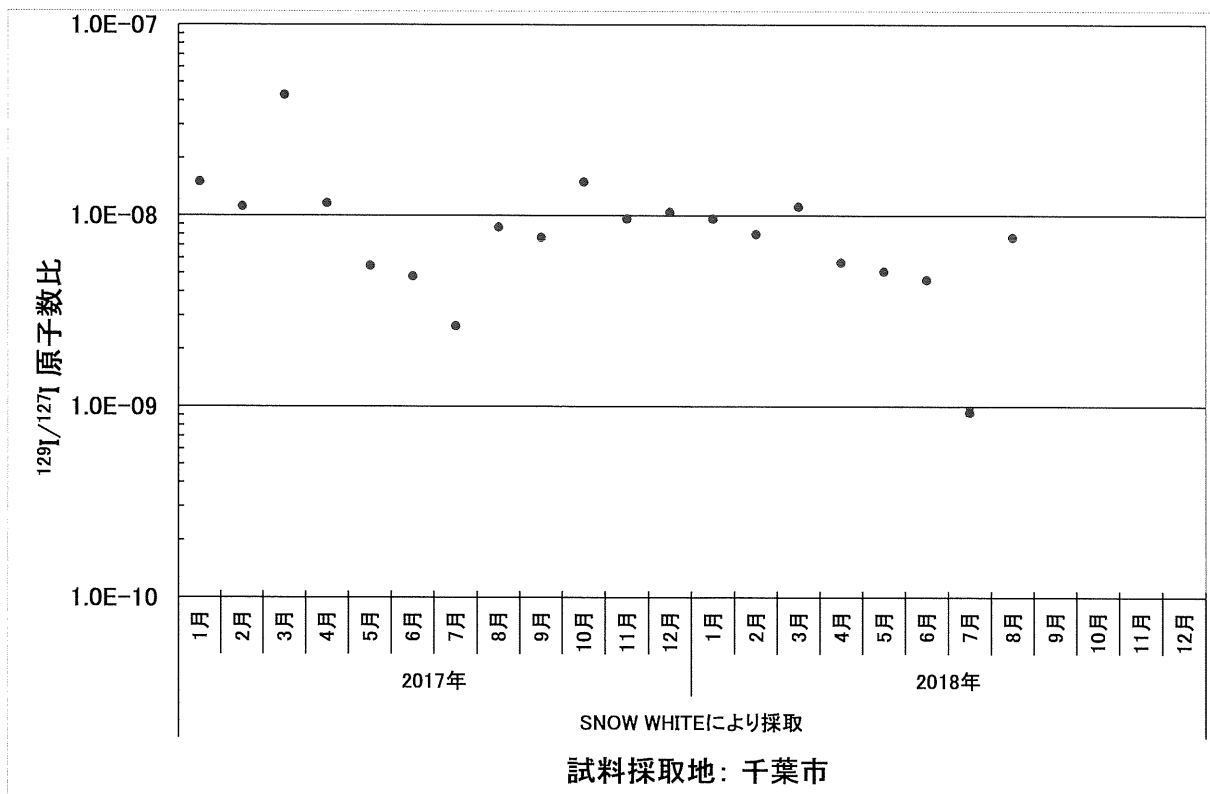


図 2-6-10 大気浮遊じんの $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 原子数比

2.7 炭素 14 分析

(1) 概要

国内 3 地域（北海道、秋田県、千葉県）において、平成 29 年度と同様に大気中二酸化炭素（夏季）、精米及び野菜をそれぞれ 1 試料採取した。また、季節ごとに大気中二酸化炭素変動を把握するため、冬季に大気中二酸化炭素（北海道、秋田県、千葉県）を 1 試料ずつ採取した。分析試料を表 2-7-1 に示す。

^{14}C 前処理装置を用いて試料に含まれる炭素を二酸化炭素ガスとして抽出しグラファイト化して測定試料とした。加速器質量分析装置を用いて炭素同位体比 ($^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$) を測定し、 ^{14}C 比放射能を算出した。また、炭素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) を元素分析/同位体比質量分析計を用いて測定した。

なお、バックグラウンド試料及び標準試料として、IAEA C1 及び IAEA C6、NIST SRM 4990C を試料と同様な工程で分析した。

表 2-7-1 ^{14}C 分析試料

試料名	採取場所	採取時期
大気中二酸化炭素 (夏季)	北海道札幌市 (北海道立衛生研究所)	H30.08.21 ~ H30.09.4
	秋田県秋田市 (秋田県健康環境センター)	
	千葉県千葉市 (日本分析センター千葉本部)	
大気中二酸化炭素 (冬季)	北海道札幌市 (北海道立衛生研究所)	H30.12.4 ~ H30.12.18
	秋田県秋田市 (秋田県健康環境センター)	
	千葉県千葉市 (日本分析センター千葉本部)	
精米	北海道石狩市	H30.10.20
	秋田県秋田市	H30.10.17
	千葉県千葉市	H30.09.18
キャベツ	北海道恵庭市	H30.10.18
	秋田県秋田市	H30.10.29
	千葉県長生郡	H30.05.24

(2) 結果と考察

結果を表 2-7-2 に示す。冬季に採取した大気中二酸化炭素の ^{14}C 比放射能及び炭素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) の結果が夏季より低い傾向がみられた。また、夏季の大気中二酸化炭素、精米及び野菜においては過去の調査結果(表 2-7-3)と同程度であった。

表 2-7-2 炭素 14 分析結果

試料名	採取場所	炭素 14 比放射能 (Bq/g 炭素)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
大気中二酸化炭素 (夏季)	北海道札幌市 (北海道立衛生研究所)	0.228 ± 0.0017	-23.7
	秋田県秋田市 (秋田県健康環境センター)	0.228 ± 0.0013	-19.2
	千葉県千葉市 (日本分析センター千葉本部)	0.221 ± 0.0013	-19.0
大気中二酸化炭素 (冬季)	北海道札幌市 (北海道立衛生研究所)	0.219 ± 0.0014	-27.1
	秋田県秋田市 (秋田県健康環境センター)	0.225 ± 0.0016	-21.1
	千葉県千葉市 (日本分析センター千葉本部)	0.218 ± 0.0010	-20.6
精米	北海道石狩市	0.232 ± 0.0009	-28.2
	秋田県秋田市	0.230 ± 0.0009	-27.2
	千葉県千葉市	0.226 ± 0.0013	-27.7
キャベツ	北海道恵庭市	0.228 ± 0.0019	-28.8
	秋田県秋田市	0.229 ± 0.0016	-28.0
	千葉県銚子市	0.228 ± 0.0015	-27.6

注) 1. 炭素 14 比放射能は、 $\delta^{13}\text{C}$ による補正をしていない値である。また、同一バッチで調製した IAEA C1 試料をバックグラウンドとして差し引いた。
2. 炭素 14 比放射能の表示は、加速器質量分析装置を用いて 3 回測定した結果の平均値 ± 標準偏差 (1σ) である。

表 2-7-3 過去の調査結果との比較

	大気 (夏季)	精米	野菜
	炭素 14 比放射能 (Bq/g 炭素)		
本調査	0.221~0.228	0.226~0.232	0.228~0.229
過去の調査*	0.216~0.247	0.225~0.260	0.221~0.270

* : 過去の調査 : 2003 年度~2017 年度に実施された環境放射能水準調査及び原子力施設周辺環境放射線モニタリング調査の結果

2.8 大気中の放射性希ガス濃度測定

(1) 概要

青森県における大型再処理施設の稼働に伴い大気中に放出されるクリプトン 85 (^{85}Kr : 半減期 10.76 年) 及び原子炉施設から大気中に放出されるキセノン 133 (^{133}Xe : 半減期 5.24 日) の大気中濃度について調査を実施し、これら核種の放射能水準を把握する。また、SAUNA-II によるキセノン 131m ($^{131\text{m}}\text{Xe}$: 半減期 11.9 日)、キセノン 133 (^{133}Xe : 半減期 5.24 日)、キセノン 133m ($^{133\text{m}}\text{Xe}$: 半減期 2.19 日) 及びキセノン 135 (^{135}Xe : 半減期 9.14 時間) の大気中濃度について調査を実施し、これら放射性キセノン同位体の放射能水準を把握する。

1) 調査対象地区

① クリプトン 85 分析

大気中 ^{85}Kr 濃度の調査対象地区は、北海道地区 (札幌市)、東北地区 (秋田市、三春町)、関東・中部・近畿・中国地区 (千葉市)、四国・九州地区 (太宰府市) 及び沖縄地区 (南城市) の 5 地区 (図 2-8-1 参照) である。平成 30 年度は、昨年度より調査を継続している 3 地区 (札幌市、秋田市及び千葉市) において、大気の連続捕集を 1 週間ごとに 1 年間通して実施して、大気中のクリプトンを採取した。また、平成 28 年度より調査対象地区に追加された三春町において、大気の連続捕集を 2 週間ごとに 1 年間通して実施して、大気中のクリプトンを採取した。大気中 ^{85}Kr 濃度の調査地点及び希ガス捕集装置を設置した機関を表 2-8-1 に示す。

② キセノン 133 分析

大気中 ^{133}Xe 濃度の調査対象地点は、昨年度より調査を継続している千葉市 (図 2-8-1 参照) である。大気の連続捕集を 1 週間ごとに 1 年間通して実施して、大気中のキセノンを採取した。大気中 ^{133}Xe 濃度の調査地点及び希ガス捕集装置を設置した機関を表 2-8-2 に示す。

③ 放射性キセノン同位体分析

大気中放射性キセノン同位体濃度の調査対象地点は、「② キセノン 133 分析」と同地点の千葉市 (図 2-8-1 参照) である。SAUNA-II を用いて 12 時間ごとに大気を連続捕集し、 $^{131\text{m}}\text{Xe}$ 、 ^{133}Xe 、 $^{133\text{m}}\text{Xe}$ 及び ^{135}Xe 分析を行った。調査地点及び装置設置機関を表 2-8-3 に示す。

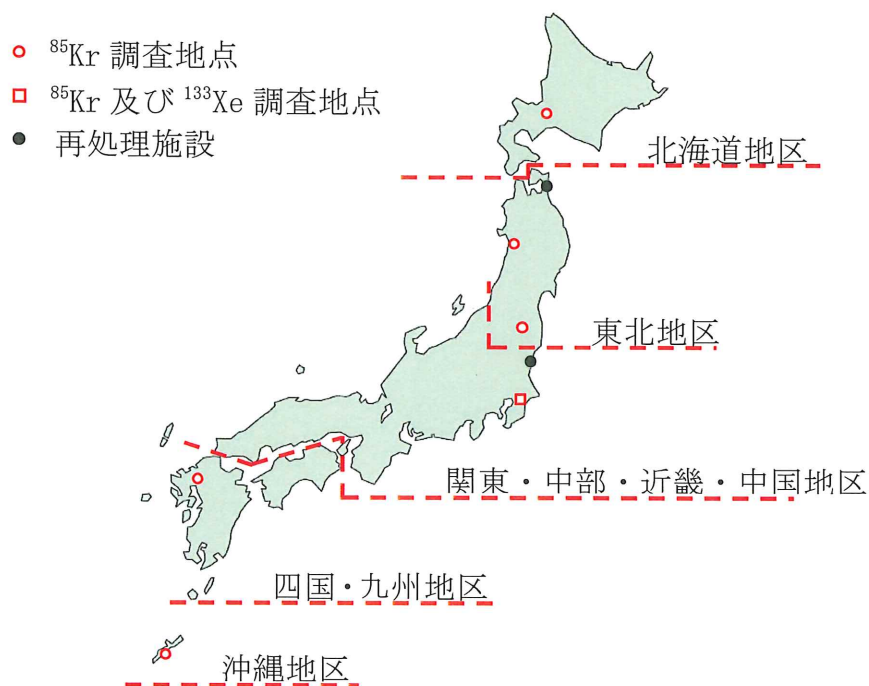


図 2-8-1 放射性希ガス濃度の調査対象地区

表 2-8-1 大気中 ^{85}Kr 濃度の調査地点及び希ガス捕集装置設置機関

調査対象地区	調査地点		緯度 経度
	都市	捕集装置設置機関	
北海道地区	札幌市	北海道立衛生研究所	43.1° N 141.3° E
	秋田市	秋田県健康環境センター	39.7° N 140.1° E
東北地区	三春町	福島県環境創造センター	37.4° N 140.5° E
	千葉市	日本分析センター	35.7° N 140.1° E
関東・中部・近畿・ 中国地区	太宰府市	福岡県保健環境研究所	33.5° N 130.5° E
四国・九州地区	南城市	沖縄県衛生環境研究所	26.2° N 127.8° E

表 2-8-2 大気中 ^{133}Xe 濃度の調査地点及び希ガス捕集装置設置機関

調査地点	捕集装置設置機関	緯度 経度
千葉市	日本分析センター	35.7° N 140.1° E

表 2-8-3 大気中放射性キセノン同位体濃度の調査地点及び装置設置機関

調査地点	装置設置機関	経度 緯度
千葉市	日本分析センター	35.7° N 140.1° E

2) 調査期間

① 大気中 ^{85}Kr 濃度の調査

札幌市、秋田市及び千葉市において、平成 30 年 2 月 26 日より平成 31 年 2 月 25 日まで調査を実施した。

なお、札幌市及び秋田市については、平成 30 年 12 月 25 日より平成 31 年 1 月 7 日の年末・年始期間は大気試料の捕集操作を実施せず、調査を中断した。また、三春町において、平成 30 年 2 月 20 日より平成 31 年 3 月 19 日まで調査を実施した。

② 大気中 ^{133}Xe 濃度の調査

千葉市において、平成 30 年 2 月 26 日より平成 31 年 1 月 7 日まで調査を実施した。

③ 大気中放射性キセノン同位体濃度の調査

千葉市において、平成 30 年 10 月 18 日より平成 31 年 2 月 28 日まで調査を実施した。

3) 分析方法

① 大気試料の捕集（詳細については、3.8 を参照のこと。）

放射性希ガス濃度調査の調査地点において、流量 1L/分で 1 週間（三春町は流量 0.5L/分で 2 週間）継続して行い、大気約 10m^3 中の希ガスを捕集した。希ガスを液体窒素温度に冷却された希ガス吸着捕集容器内の活性炭に捕集し、ヒーターで加熱することにより脱着した。脱着した希ガスをアルミ缶に封入し、分析試料とした。

② ^{85}Kr 分析

分析試料を、ガスクロマトグラフにより分離・精製し、閉鎖系のループに導入した。ガスフロー式の GM 計数管により放射線測定を行うと同時に、ガスクロマトグラフにより全クリプトンの定量を行った。大気中のクリプトン存在比 ($=1.14\text{mL/m}^3$) を用いて大気中 ^{85}Kr 放射能濃度 (Bq/m^3) を算出した。

③ ^{133}Xe 分析

分析試料を、ガスクロマトグラフにより分離・精製し、閉鎖系のループに導入した。ガスフロー式の比例計数管により放射線測定を行った後、ガスクロマトグラフにより全キセノンの定量を行った。大気中のキセノン存在比 ($=0.087\text{mL/m}^3$) を用いて大気中 ^{133}Xe 放射能濃度 (mBq/m^3) を算出した。

④ 放射性キセノン同位体分析

SAUNA-II を用いて、大気試料の捕集を流量約 20L/分で 12 時間実施した後、モレキュラーシーブや活性炭でキセノン分離・精製し、 β - γ 同時計数法によって測定した後、SAUNA-II 付属の解析ソフトウェア (XECON) を用いて $^{131\text{m}}\text{Xe}$ 、 ^{133}Xe 、 $^{133\text{m}}\text{Xe}$ 及び ^{135}Xe 放射能濃度 (mBq/m^3)、誤差並びに検出下限値を算出した。 $^{131\text{m}}\text{Xe}$ と $^{133\text{m}}\text{Xe}$ 、 ^{133}Xe と ^{135}Xe もしくは ^{133}Xe と $^{133\text{m}}\text{Xe}$ が同時に検出された場合はそれぞれ放射能濃度比 ($^{133\text{m}}\text{Xe}/^{131\text{m}}\text{Xe}$ 、 $^{135}\text{Xe}/^{133}\text{Xe}$ 、 $^{133\text{m}}\text{Xe}/^{133}\text{Xe}$) を算出した。

(2) 結果と考察

① 大気中 ^{85}Kr 濃度の調査

平成 18 年 7 月から平成 31 年 2 月までの札幌市、秋田市、三春町、千葉市、太宰府市及び南城市の大気中 ^{85}Kr 濃度 (Bq/m^3) を図 2-8-2 に、平成 30 年度の調査地点である札幌市、秋田市、三春町及び千葉市の大気中 ^{85}Kr 濃度 (Bq/m^3) を図 2-8-3 に示す。

平成 30 年度の札幌市、秋田市及び千葉市の大気中 ^{85}Kr 濃度調査結果 (平成 30 年 3 月から平成 31 年 2 月) は、 $1.35\sim 1.54\text{Bq/m}^3$ で、平均値は 1.44Bq/m^3 であった。また、平成 30 年度の三春町の大気中 ^{85}Kr 濃度調査結果 (平成 30 年 2 月 20 日から平成 31 年 3 月 5 日) については、 $1.37\sim 1.48\text{Bq/m}^3$ で、平均値は 1.43Bq/m^3 であった。これらの結果は、大気中 ^{85}Kr 放射能濃度のバックグラウンドレベル ($1.3\sim 1.6\text{Bq/m}^3$) (*1: Igarashi (2000) 及び平成 24 年以降の本調査結果) であった。

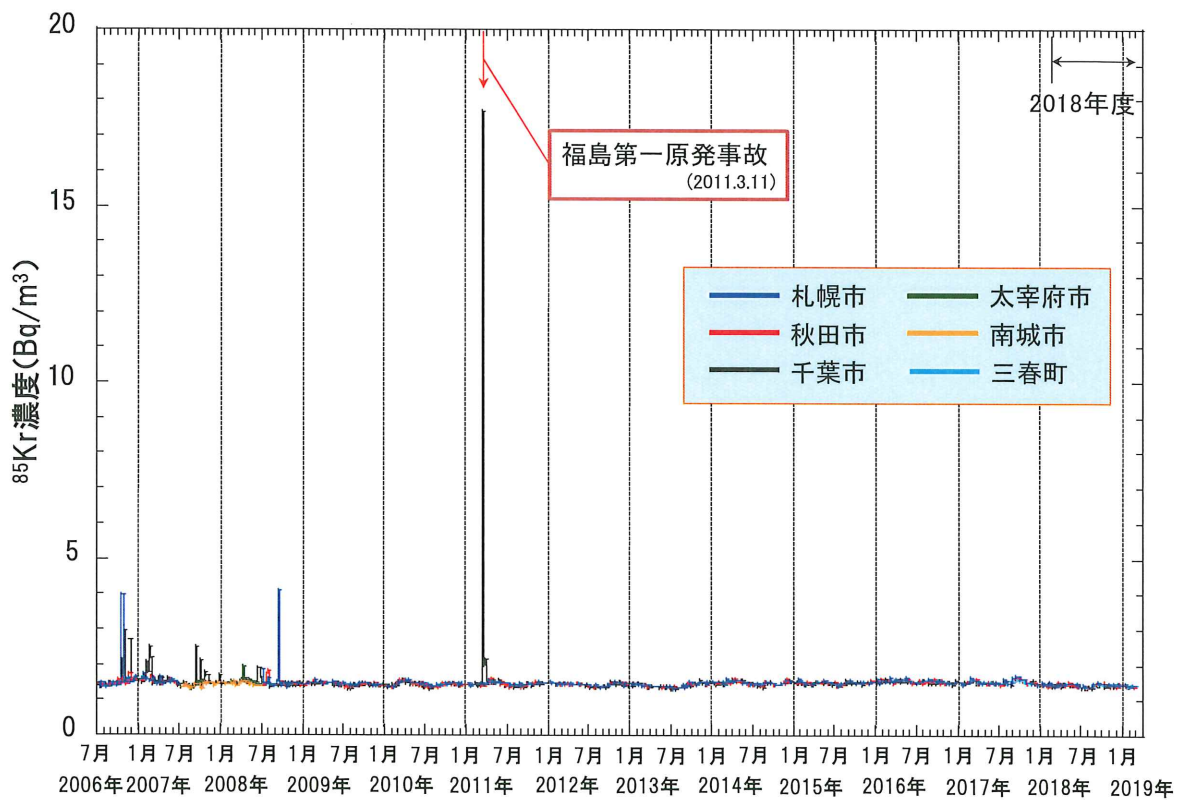


図 2-8-2 大気中 ^{85}Kr 濃度調査結果 (2006 年度～2018 年度)

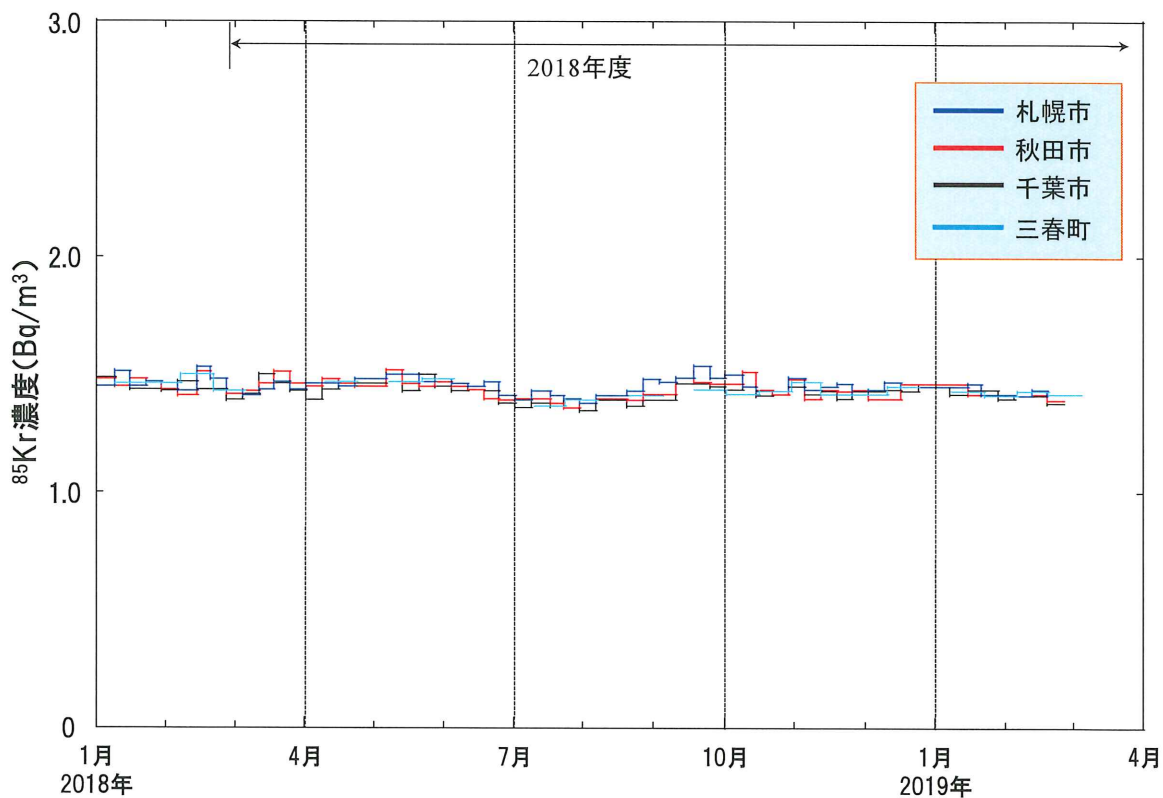


図 2-8-3 大気中 ^{85}Kr 濃度調査結果 (2018 年度)

② 大気中 ^{133}Xe 濃度の調査

平成 20 年 11 月から平成 31 年 1 月までの千葉市における大気中 ^{133}Xe 濃度 (mBq/m^3) を図 2-8-4 に示す。

平成 30 年度の大気中 ^{133}Xe 濃度調査結果(平成 30 年 3 月から平成 31 年 1 月)については、全て不検出であった。これらの結果は、 ^{133}Xe 放射能濃度のバックグラウンドレベル (1~100 mBq/m^3) (*2:Auer(2004), *3: Saey(2007)) の範囲内であったと考えられる。

*1:Y. Igarashi, H. Sartorius, T. Miyao, W. Weiss, K. Fushimi, M. Aoyama, K Hirose, H. Y. Inoue, 2000; *^{85}Kr and ^{133}Xe monitoring at MRI, Tsukuba and its importance*; Journal of Environmental Radioactivity, 48, pp. 191-202

*2:M. Auer, A. Axelsson, X. Blanchard, T. W. Bowyer, G. Brachet, I. Bulowski, Y. Dubasov, K. Elmgren, J. P. Fontaine, W. Harms, J. C. Hayes, T. R. Heimbigner, J. I. McIntyre, M. E. Panisko, Y. Popov, A. Ringbom, H. Sartorius, S. Schmid, J. Schulze, C. Schlosser, T. Taffary, W. Weiss, B. Wernsperger, 2004; *Intercomparison Experiments of Systems for the Measurement of Xenon Radionuclides in the Atmosphere*; Applied Radiation and Isotopes Volume 60, pp. 863-877

*3:Paul R. J. Saey, 2007; *Ultra-Low-Level Measurements of Argon, Krypton and Radioxenon for Treaty Verification Purposes*; ESARDA BULLETIN, No. 36, pp. 42-56

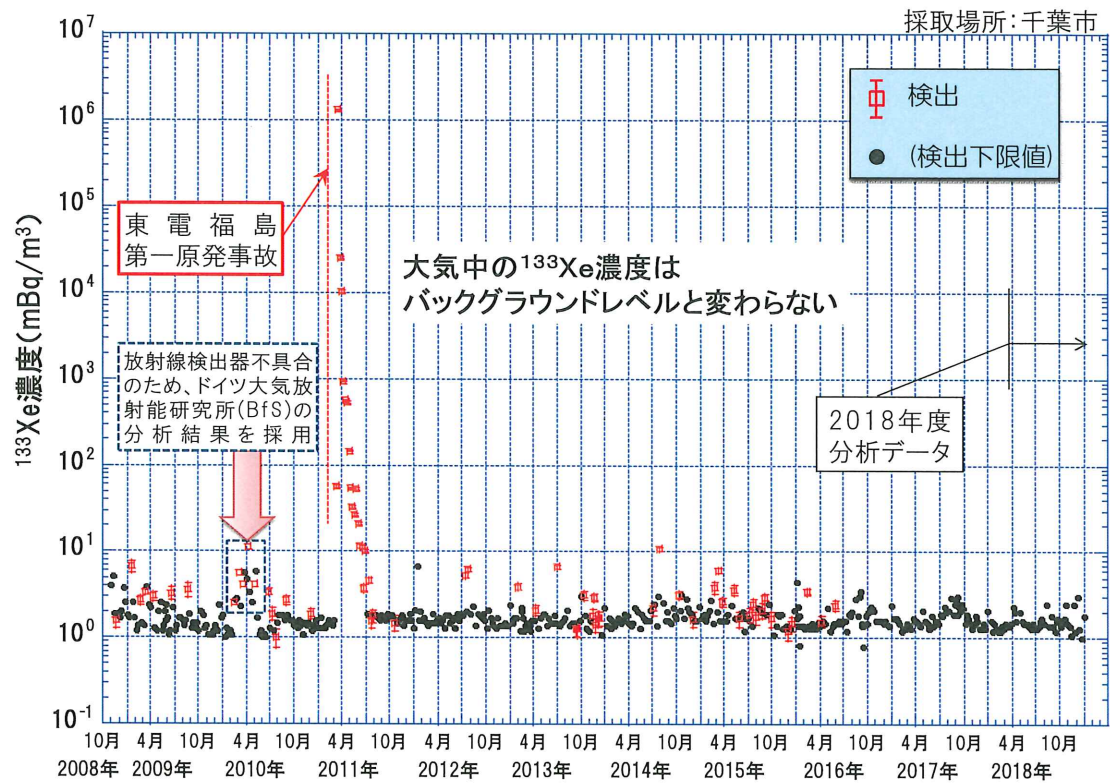


図 2-8-4 大気中 ^{133}Xe 濃度調査結果

③大気中放射性キセノン同位体濃度の調査

平成 30 年 10 月から平成 31 年 2 月までの千葉市における大気中 ^{131m}Xe 、 ^{133}Xe 、 ^{133m}Xe 及び ^{135}Xe 濃度を図 2-8-5～図 2-8-8 に示す。調査期間において、 ^{131m}Xe の検出下限値の平均値、最小値、最大値はそれぞれ 0.10、0.03、0.17 mBq/m^3 であり、全試料数の約 10%に相当する 24 試料で検出された。 ^{131m}Xe 濃度の平均値、最小値、最大値はそれぞれ 0.15、0.05、1.62 mBq/m^3 であった。 ^{133}Xe の検出下限値の平均値、最小値、最大値はそれぞれ 0.14、0.11、0.22 mBq/m^3 であり、全試料数の約 40%に相当する 101 試料で検出された。 ^{133}Xe 濃度の平均値、最小値、最大値はそれぞれ 0.23、0.11、0.82 mBq/m^3 であった。調査期間中の ^{133}Xe 濃度の最大値は「②大気中 ^{133}Xe 濃度の調査」における ^{133}Xe の検出下限値の最小値を下回っており、「②大気中 ^{133}Xe 濃度の調査」と矛盾の無い結果が得られた。 ^{133m}Xe の検出下限値の平均値、最小値、最大値はそれぞれ 0.09、0.04、0.16 mBq/m^3 であり、全試料数の約 1%に相当する 2 試料で検出された。 ^{133m}Xe 濃度の平均値、最小値、最大値はそれぞれ 0.05、0.04、0.06 mBq/m^3 であった。 ^{135}Xe の検出下限値の平均値、最小値、最大値はそれぞれ 0.60、0.55、0.71 mBq/m^3 であり、全試料数の約 1%に相当する 2 試料で検出された。 ^{135}Xe 濃度の平均値、最小値、最大値はそれぞれ 0.65、0.63、0.66 mBq/m^3 であった。調査期間が短いため放射能濃度の変動範囲の評価はできないが、千葉市においては ^{133m}Xe 及び ^{135}Xe の検出頻度が ^{131m}Xe や ^{133}Xe と比べてかなり低い傾向にあった。今後もデータを蓄積して傾向等を注視していく。

キセノン同位体比の評価方法について、日本原子力研究開発機構（JAEA）核不拡散・核セキュリティ総合支援センター技術開発推進室にて情報収集を実施し、JAEA が採用している異常の判断基準*4（ $^{133m}\text{Xe}/^{131m}\text{Xe} > 2.0$ 、 $^{135}\text{Xe}/^{133}\text{Xe} > 5.0$ 、 $^{133m}\text{Xe}/^{133}\text{Xe} > 0.3$ ）を用いる事とした。 $^{133m}\text{Xe}/^{131m}\text{Xe}$ 濃度比については、平成 30 年 11 月 9 日採取開始分の試料で当該キセノン同位体が同時に検出されたが、比は 0.67 と基準以下であった。上記以外の試料では当該キセノン同位体が同時に検出されなかった。 $^{135}\text{Xe}/^{133}\text{Xe}$ および $^{133m}\text{Xe}/^{133}\text{Xe}$ 濃度比については、当該キセノン同位体が同時に検出された試料は無かった。

*4 WOSMIP V-Workshop on Signatures of Medical and Industrial Isotope Production, Brussels, Belgium, May 2015, PNNL-25226.

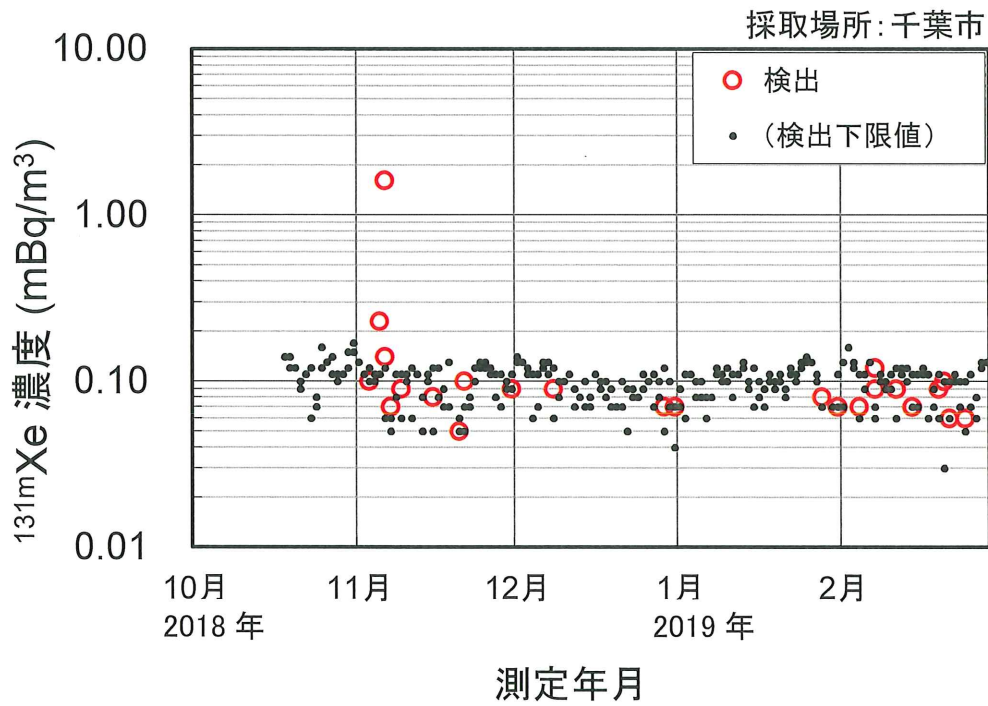


図 2-8-5 SAUNA-II による大気中 ^{131m}Xe 濃度調査結果

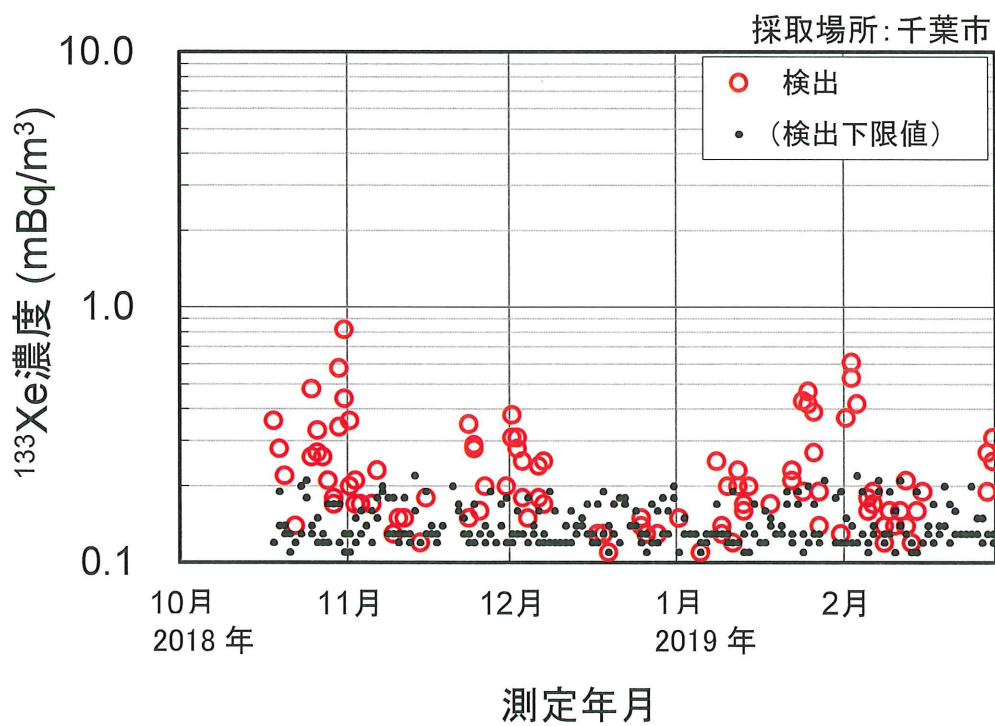


図 2-8-6 SAUNA-II による大気中 ^{133}Xe 濃度調査結果

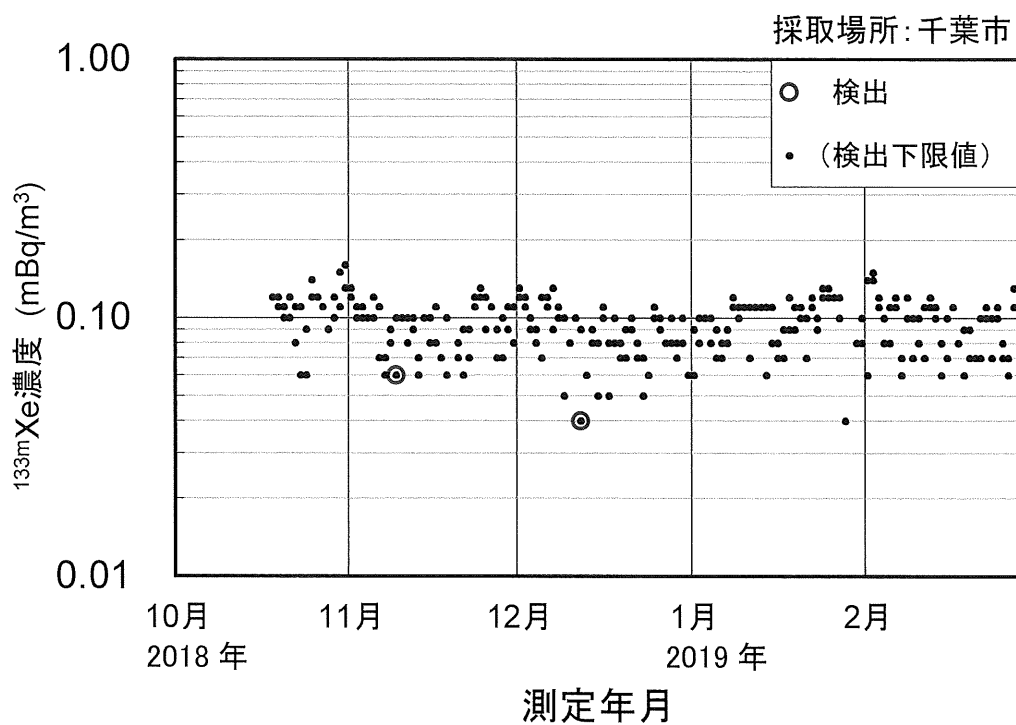


図 2-8-7 SAUNA-II による大気中 ^{133m}Xe 濃度調査結果

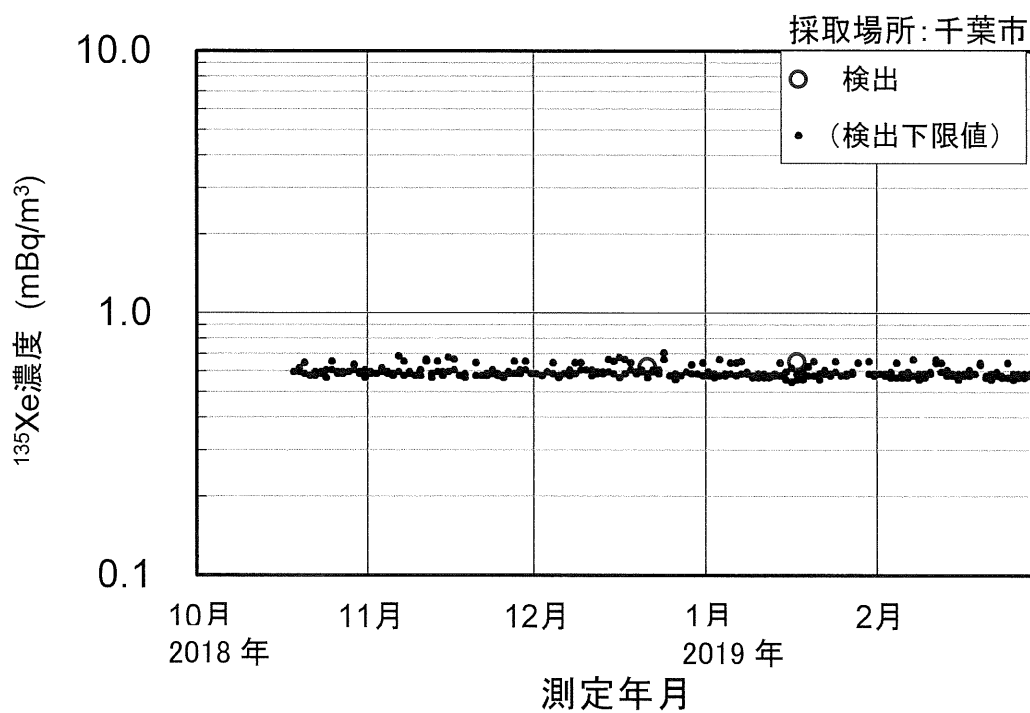


図 2-8-8 SAUNA-II による大気中 ^{135}Xe 濃度調査結果

2.9 福島県下における空間線量の調査

(1) 概要

東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所周辺地域 80 地点において、可搬型モニタリングポストを用いて空間放射線量率を測定した。運用作業として、測定データの収集、バッテリー交換及び定期巡回等を行った。装置に異常が見られる場合には直ちに現地に行き、原因を調査した。さらに、日常的な点検等も行い、可搬型モニタリングポストが常に正常な状態で稼働するように努めた。可搬型モニタリングポスト設置地点一覧を表 2-9-1(1)～(2)に、設置地点地図を図 2-9-1 に示す。

(2) 結果と考察

可搬型モニタリングポスト 80 地点の内、測定停止中の檜葉北小学校を除いた 79 地点における空間放射線量率のトレンドグラフを図 2-9-2(1)～(40)に示す。

1) 10 分値における異常値の判断基準と変動要因

平成 30 年度のモニタリングを実施するにあたり、以下の判断基準を設けた。

- ・異常値（高）：10 分値のデータについて前月 1 ヶ月間の最大値以上
- ・異常値（低）：10 分値のデータについて前月 1 ヶ月間の最小値の 90% 以下

上記判断基準を外れ、異常値として確認された場合は、その要因について検討を実施した。以下に要因について確認を実施した内容を記す。

① 気象変動

降雨・降雪が認められた場合、一般的な傾向として空間放射線量率が一時的に上昇することは良く知られているが、本調査の場合はその限りではない。これは、地表面に降り注いだ雨や雪の多くがその場に留まり、地表面以下へ沈着している放射性セシウムからのγ線を遮へいするためである。その割合は降雨・降雪による上昇分よりも大きくなることもある。

これらのことから、空間放射線量率の上昇もしくは下降のいずれにおいても、降雨・降雪の有無の確認を実施した。

なお、確認方法は、感雨計を装備したモニタリングポストの場合は降雨の感知の有無を確認した。また、モニタリングポスト近隣で観測されている気象庁のアメダス（地域気象観測システム）も併せて活用した。

気象庁 アメダス http://www.jma.go.jp/jp/amedas_h/

確認の結果、いくつかの可搬型モニタリングポストにおいて、降雨による空間放射線量率の上昇もしくは下降のため、判断基準を外れる測定データが認められた。小高区役所（南相馬市）における空間放射線量率上昇の例を図 2-9-3 に、夫沢二区地区集会所（大熊町）の空間放射線量率下降の例を図 2-9-4 に示す。また、冬季に多くの可搬型モニタリングポストにおいて、積雪による影響のため、空間放射線量率の下降が認められた。白石小学校（飯館村）の例を図 2-9-5(1)～(2)に示す。

② 温度依存性による変動

検出器温度の上昇もしくは下降に伴う空間放射線量率の温度依存性を確認した。

確認の結果、可搬型モニタリングポスト指示値が 10%程度の日変動幅を示す地点が認められた。温度変化と空間放射線量率の関係について、熊町小学校（大熊町）の例を図 2-9-6 に示す。

③ 除染作業等による影響

除染作業等による影響の有無の確認を現地で実施した。また、スペクトルデータを用いて放射性セシウムの増減の有無等を調査した。

その結果、以下の要因を確認した。

- ・ 工事のための敷地利用による空間放射線量率の変動
- ・ 車両の駐車による空間放射線量率の一時的な低下
- ・ 周辺敷地の整地作業による空間放射線量率の低下

佐須公民館（飯館村）では、敷地の整地作業を行ったことで、放射性セシウムの物理的な減衰と比較して急激な空間放射線量率の低下が見られた。その例を図 2-9-7(1)～(6)に示す。

④ その他の影響

石熊公民館（双葉町）では、平成 30 年 3 月 23 日～24 日及び 26 日～

27日に測定器の検出部の不具合による空間放射線量率の変動が確認された。

上記変動要因の確認を実施した結果、東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所からの新たな放出や、その他の要因による人工放射性核種に起因した空間放射線量率の上昇は認められなかった。測定器の修理後、健全なモニタリングを再開したことを確認した。

また、養護老人ホーム「東風荘」(富岡町)にて、平成31年2月3日、16日及び22日～23日に空間放射線量率の一時的な変動が確認されている。

上記変動要因の確認を実施した結果、東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所からの新たな放出や、その他の要因による人工放射性核種に起因した空間放射線量率の上昇は認められなかった。

2) 長期的なデータによる測定器の健全性の確認

1ヶ月毎に各地点のトレンドグラフ(図2-9-2(1)～(40)参照)を更新し、そのトレンドグラフの傾きを、放射性セシウムの物理的減衰から予測された空間放射線量率の傾きと比較することにより、測定器の健全性が保たれているか否かの確認を実施した。トレンドグラフは1日毎の平均値、最大値及び最小値をプロットした。

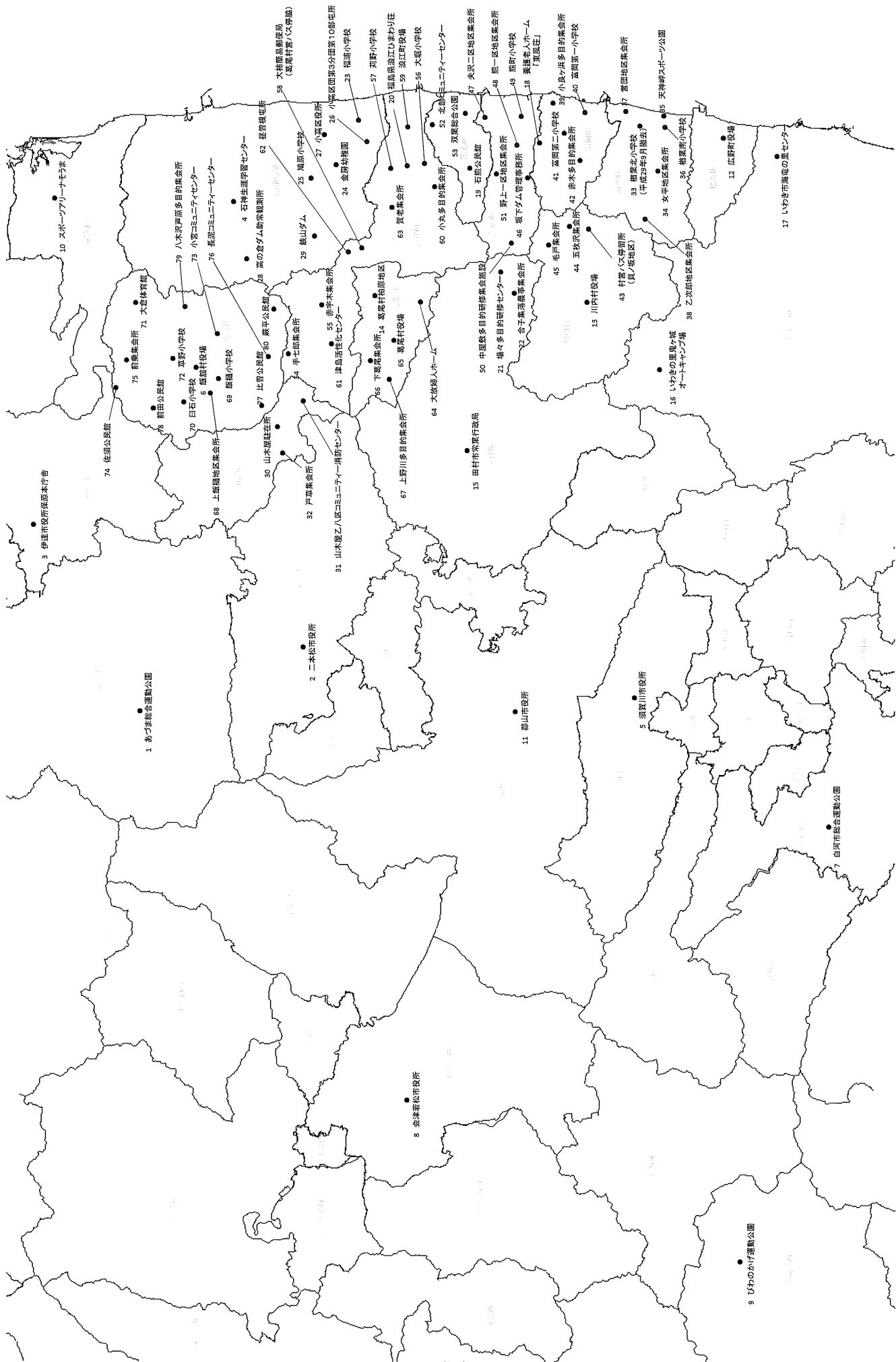
なお、トレンドグラフにて確認した結果、検出部の故障が確認された平成30年3月の石熊公民館(双葉町)や、測定器の異常が疑われている平成31年2月の養護老人ホーム「東風荘」を除き、測定器の健全性が保たれていることを確認した。

表2-9-1(1) 可搬型モニタリングポスト設置地点一覧

No.	施設名	所在地
1	あづま総合運動公園	福島市佐原字神事場1番地
2	二本松市役所	二本松市金色403番地1
3	伊達市役所保原本庁舎	伊達市保原町字舟橋180
4	石神生涯学習センター	南相馬市原町区石神字坂下29
5	須賀川市役所	須賀川市大町108-1
6	飯舘村役場	飯舘村伊丹沢字伊丹沢580-1
7	白河市総合運動公園	白河市北中川原30番地
8	会津若松市役所	会津若松市東栄町3番46号
9	びわのかけ運動公園	南会津町永田字枇杷影19-1
10	スポーツアリーナそうま	相馬市中村字北町55-1
11	郡山市役所	郡山市朝日1丁目23-7
12	広野町役場	広野町大字下北迫字苗代替35
13	川内村役場	川内村大字上川内字早渡11-24
14	葛尾村柏原地区	葛尾村葛尾
15	田村市常葉行政局	田村市常葉町常葉字町裏1番地
16	いわきの里鬼ヶ城オートキャンプ場	いわき市川前町上桶売字小久田73-3
17	いわき市海竜の里センター	いわき市大久町大久字柴崎9
18	養護老人ホーム「東風荘」	富岡町大字大管字蛇谷須178-1
19	石熊公民館	双葉町大字石熊字南八房平243-2
20	福島県浪江ひまわり荘	浪江町大字加倉字今神78
21	場々多目的研修センター	田村市都路町古道字場々
22	合子集落農事集会所	田村市都路町古道字仲ノ前
23	福浦小学校	南相馬市小高区蛭沢字藤沼50-1
24	金房幼稚園	南相馬市小高区飯崎字北原61-1
25	鳩原小学校	南相馬市小高区南鳩原字西畑76-1
26	小高区団第3分団第10部屯所	南相馬市小高区耳谷字東田
27	小高区役所	南相馬市小高区本町2丁目78
28	高の倉ダム助常観測所	南相馬市原町区高倉字吹屋峠12
29	鉄山ダム	南相馬市原町区馬場字五台山
30	山木屋駐在所	川俣町大字山木屋字大清水3-5
31	山木屋乙八区コミュニティー消防センター	川俣町大字山木屋字坂下
32	戸草集会所	川俣町大字山木屋字戸草
33	檜葉北小学校(一時保管中)	南相馬市原町区萱浜字巢掛場45-169
34	女平地区集会所	檜葉町大字上小埜字女平218-1
35	天神岬スポーツ公園	檜葉町大字北田字天神
36	檜葉南小学校	檜葉町大字下小埜字麦入31
37	営団地区集会所	檜葉町大字波倉字原135-7
38	乙次郎地区集会所	檜葉町大字大谷字乙次郎
39	小良ヶ浜多目的集会所	富岡町大字小良ヶ浜字赤坂314
40	富岡第一小学校	富岡町大字小浜字中央237-1

表2-9-1(2) 可搬型モニタリングポスト設置地点一覧

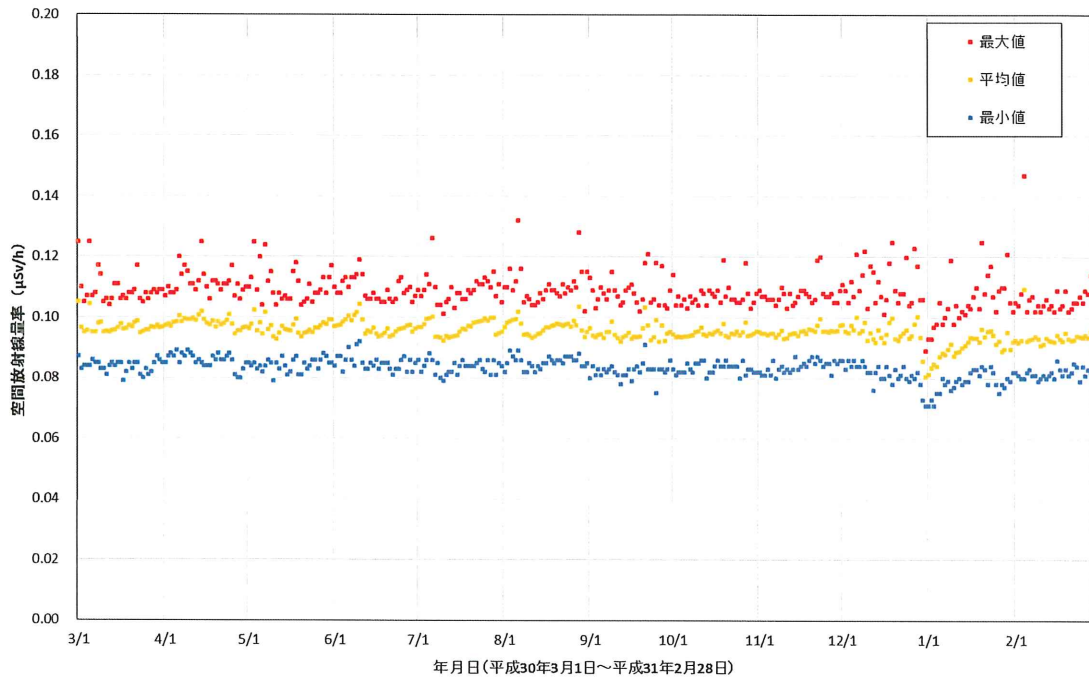
No.	施設名	所在地
41	富岡第二小学校	富岡町大字本岡字王塚36
42	赤木多目的集会所	富岡町大字本岡字赤木275-1
43	村営バス停留所(貝ノ坂地区)	川内村大字下川内字貝ノ坂
44	五枚沢集会所	川内村大字下川内字五枚沢35-3
45	毛戸集会所	川内村大字下川内字毛戸
46	坂下ダム管理事務所	大熊町大字大川原字手の倉125
47	夫沢二区地区集会所	大熊町大字夫沢字長者原536-1
48	熊一区地区集会所	大熊町大字熊字旭台499
49	熊町小学校	大熊町大字熊川字緑ヶ丘10
50	中屋敷多目的研修集會施設	大熊町大字野上字旭ヶ丘
51	野上一区地区集会所	大熊町大字野上字湯の神432-2
52	北部コミュニティーセンター	双葉町大字鴻草字高田前32
53	双葉総合公園	双葉町大字新山字漆迫地内
54	手七郎集会所	浪江町大字赤宇木字手七郎
55	赤宇木集会所	浪江町大字赤宇木字塩浸
56	大堀小学校	浪江町大字小野田字仲禅寺134
57	苜野小学校	浪江町大字苜宿字鹿畑16
58	大柿簡易郵便局(葛尾村営バス停脇)	浪江町大字川房字大柿162
59	浪江町役場	浪江町大字幾世橋字六反田7-2
60	小丸多目的集会所	浪江町大字小丸字下平
61	津島活性化センター	浪江町大字下津島字原
62	屋曾根屯所	浪江町大字屋曾根字屋曾根
63	賀老集会所	浪江町大字室原字滝平
64	大放婦人ホーム	葛尾村大字落合字大放166
65	葛尾村役場	葛尾村大字落合字落合16
66	下葛尾集会所	葛尾村大字葛尾字北平
67	上野川多目的集会所	葛尾村大字野川字湯殿233-1
68	上飯樋地区集会所	飯館村大字飯樋
69	飯樋小学校	飯館村大字飯樋字町102
70	臼石小学校	飯館村大字臼石字田尻127-1
71	大倉体育館	飯館村大字大倉字大倉
72	草野小学校	飯館村大字草野字大師堂113-1
73	小宮コミュニティーセンター	飯館村大字小宮字曲田
74	佐須公民館	飯館村大字佐須字佐須
75	前乗集会所	飯館村大字佐須字前乗
76	長泥コミュニティーセンター	飯館村大字長泥字長泥
77	比曾公民館	飯館村大字比曾字比曾413
78	前田公民館	飯館村大字前田字広平
79	八木沢芦原多目的集会所	飯館村大字八木沢字上八木沢
80	蕨平公民館	飯館村大字蕨平字蕨平



出典：国土地理院ホームページ

図2-9-1 可搬型モニタリングポスト設置地点地図

No.1 あづま総合運動公園



No.2 二本松市役所

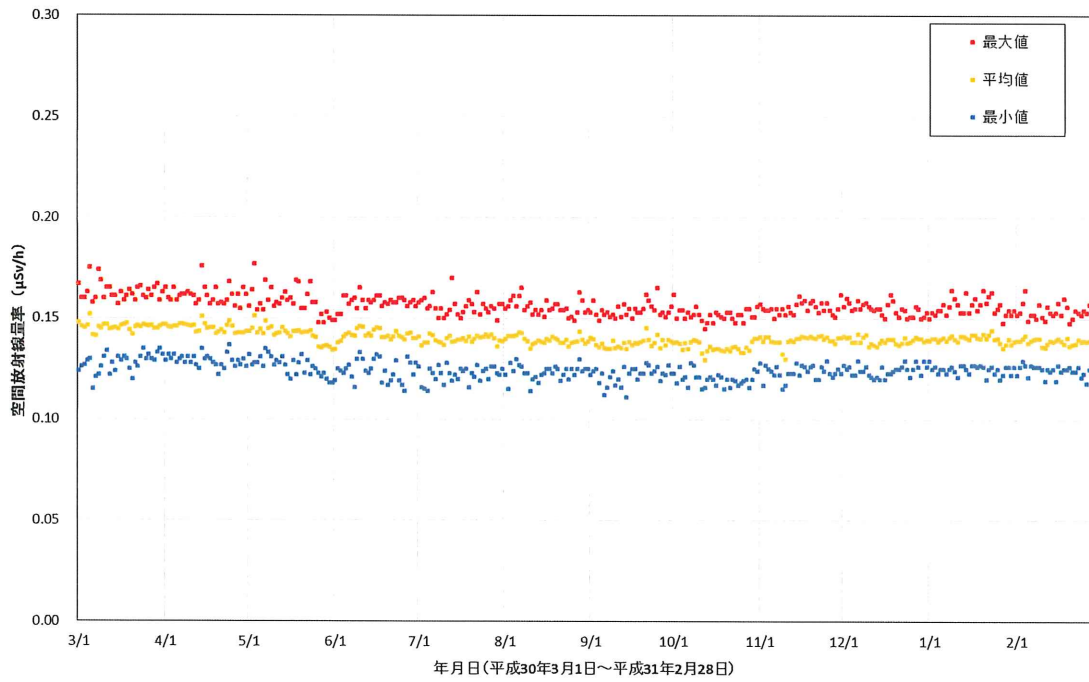
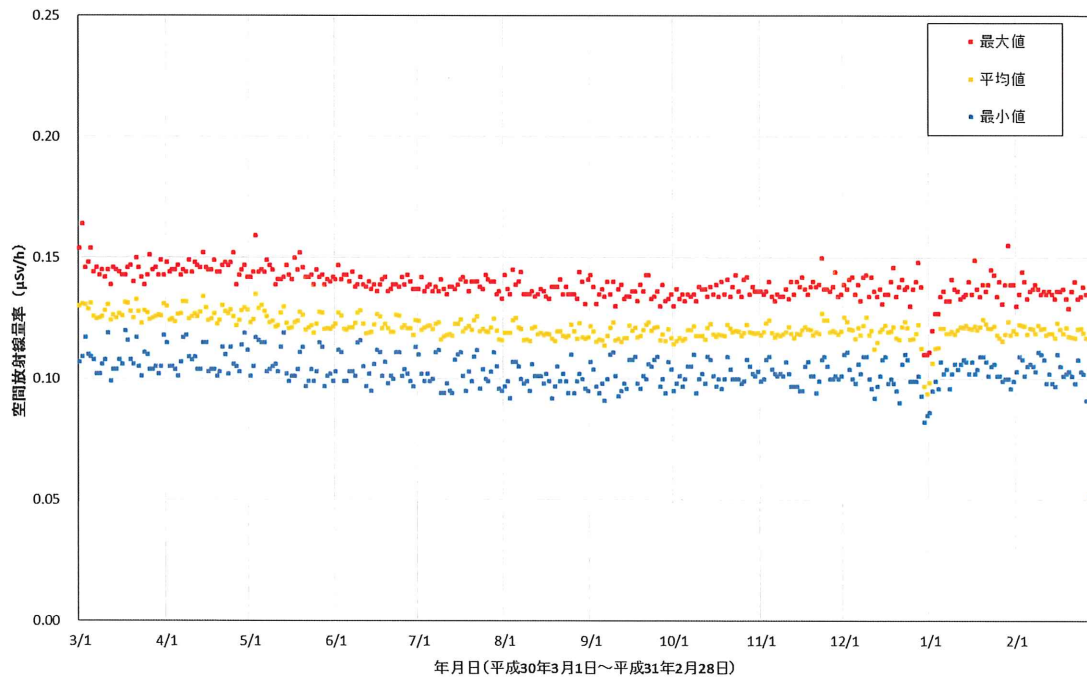


図 2-9-2(1) 各地点のトレンドグラフ

No.3 伊達市役所保原本庁舎



No.4 石神生涯学習センター

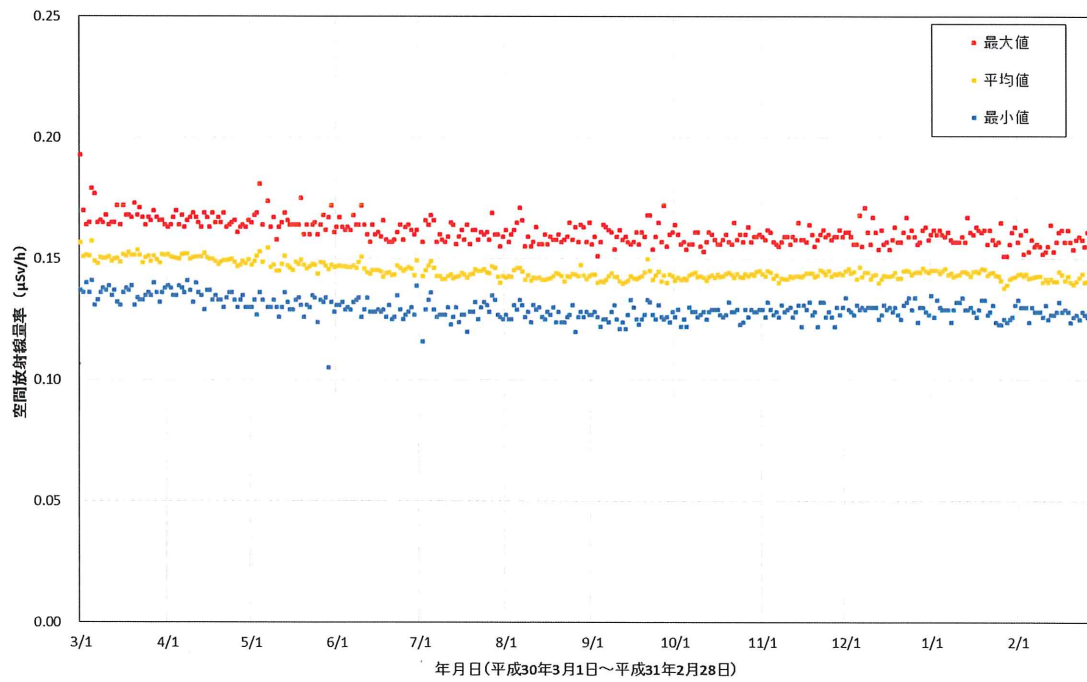
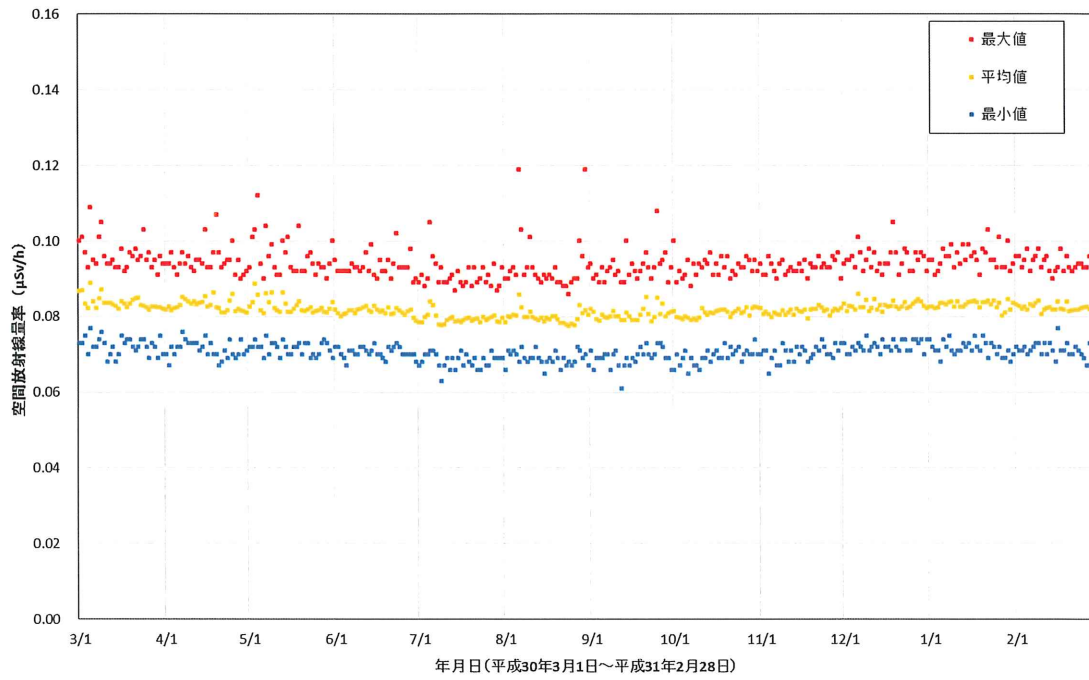


図 2-9-2(2) 各地点のトレンドグラフ

No.5 須賀川市役所



No.6 飯舘村役場

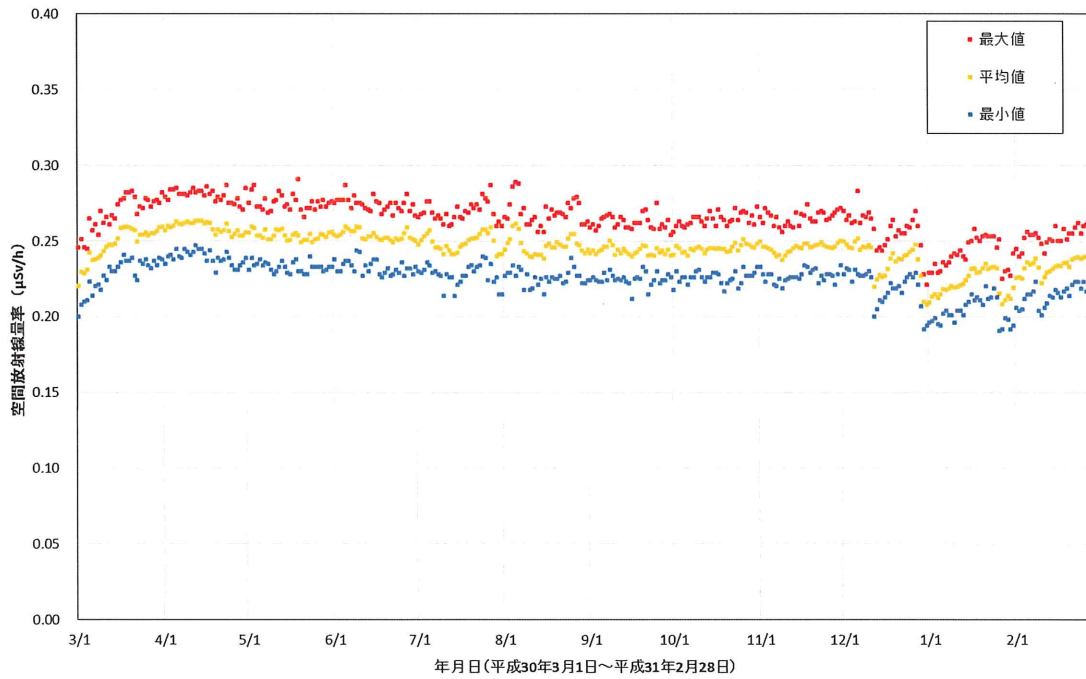
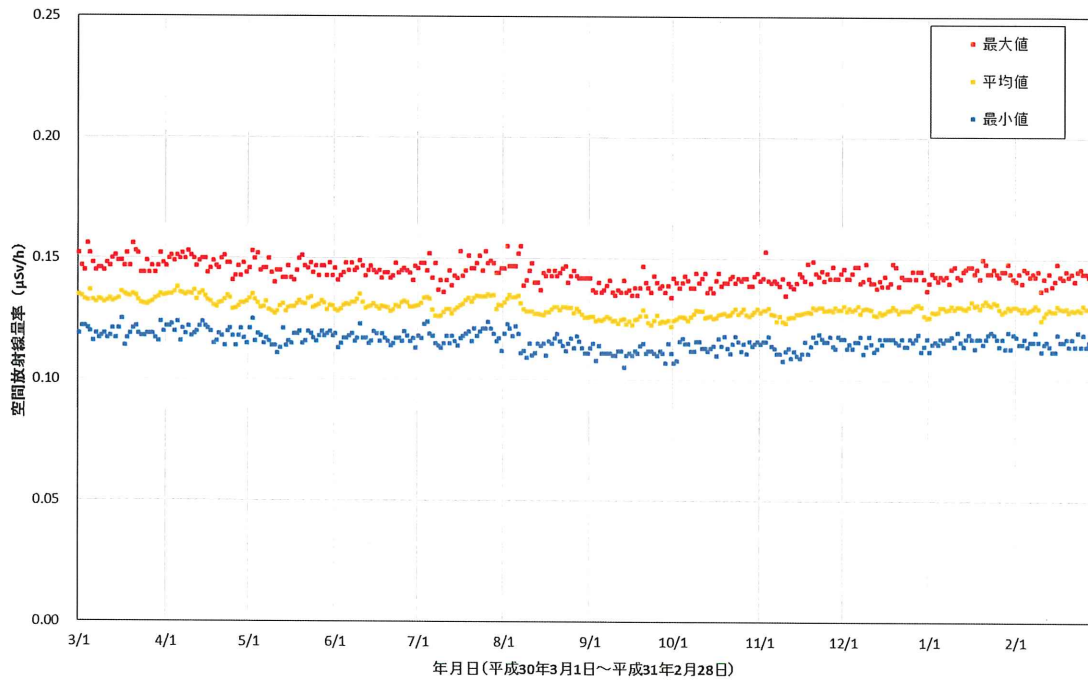


図 2-9-2(3) 各地点のトレンドグラフ

No.7 白河市総合運動公園



No.8 会津若松市役所

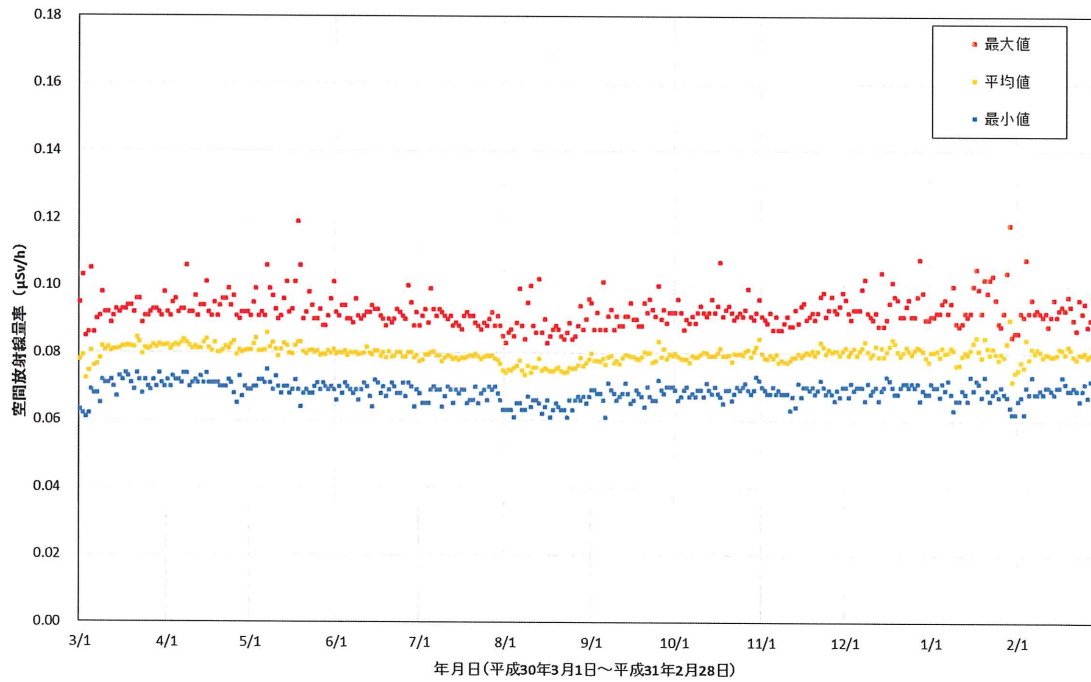
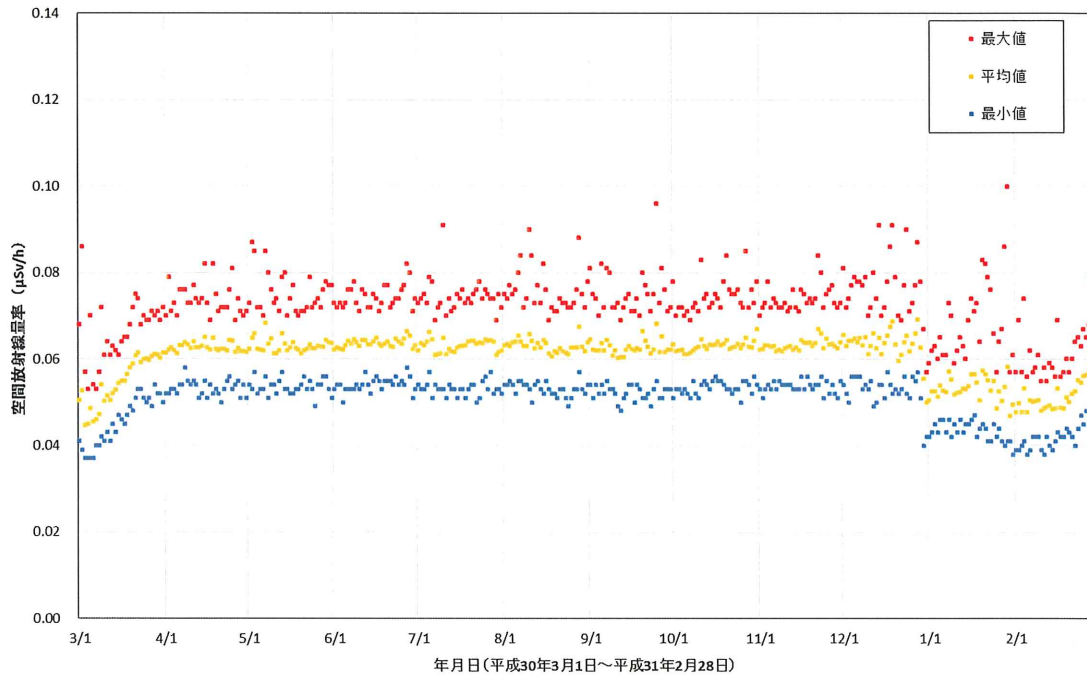


図 2-9-2(4) 各地点のトレンドグラフ

No.9 びわのかげ運動公園



No.10 スポーツアリーナそうま

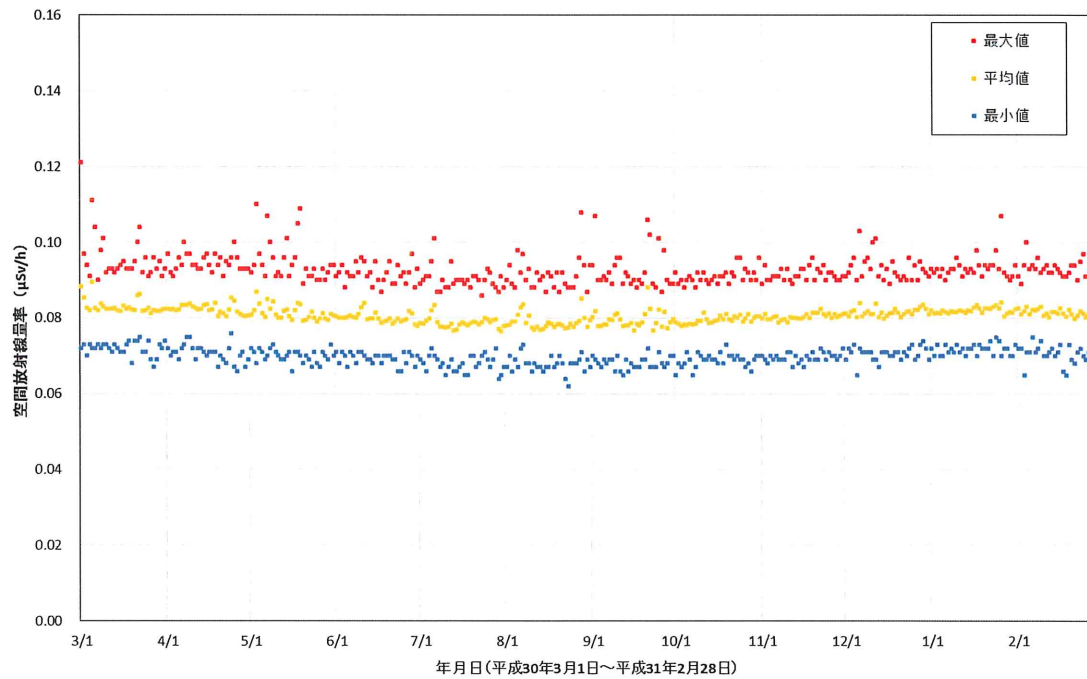
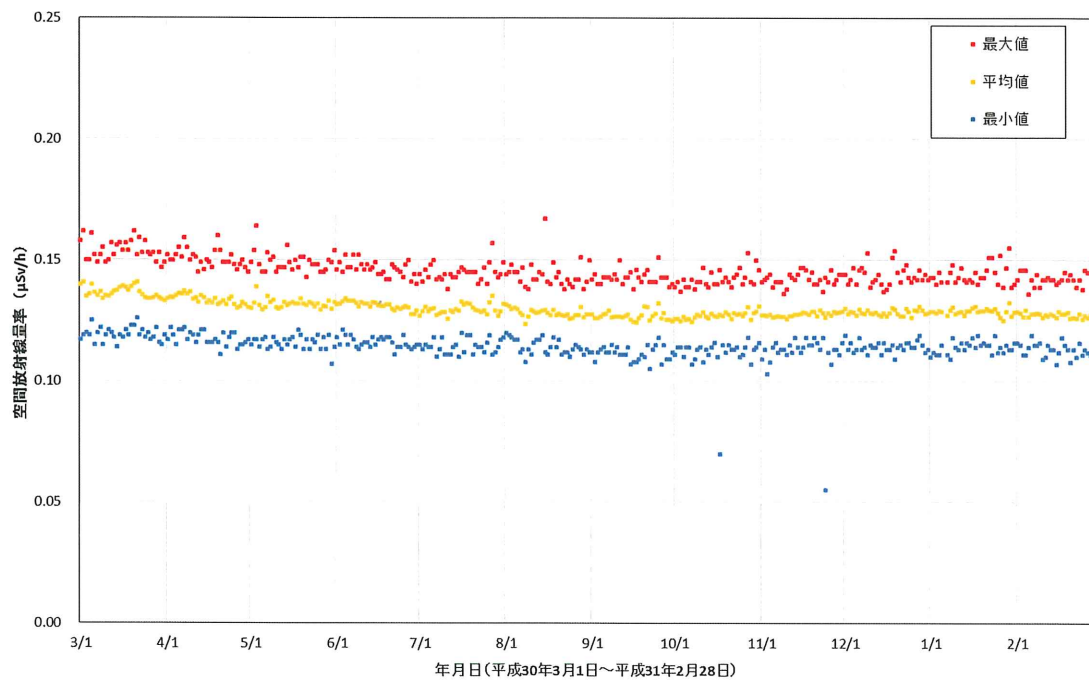


図 2-9-2(5) 各地点のトレンドグラフ

No.11 郡山市役所



No.12 広野町役場

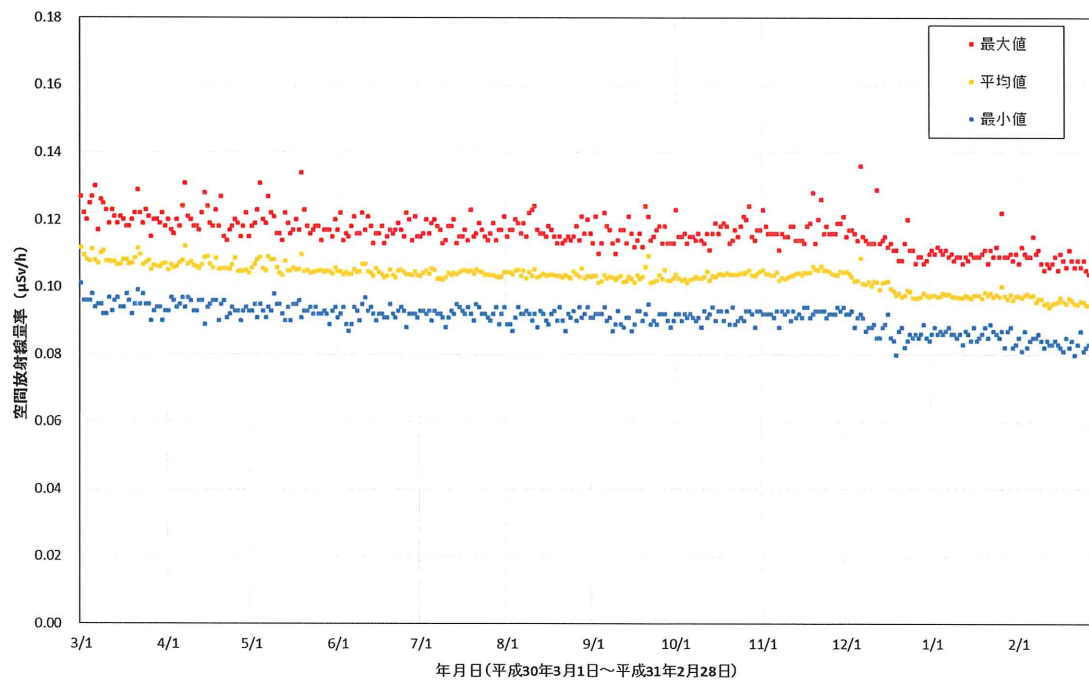
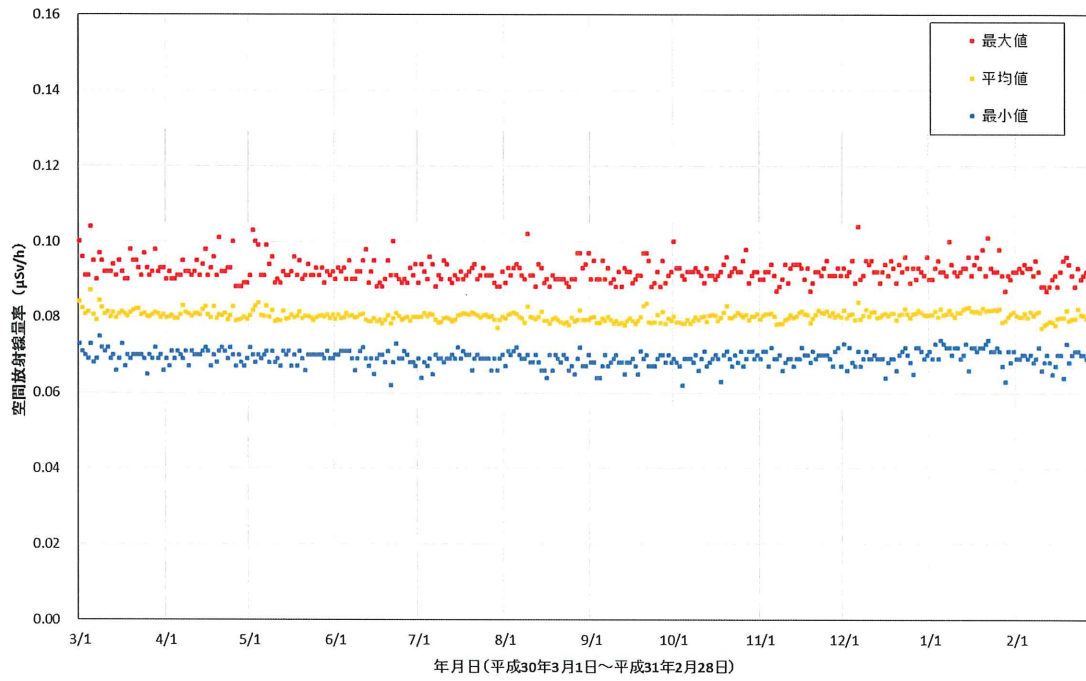


図 2-9-2(6) 各地点のトレンドグラフ

No.13 川内村役場



No.14 葛尾村柏原地区

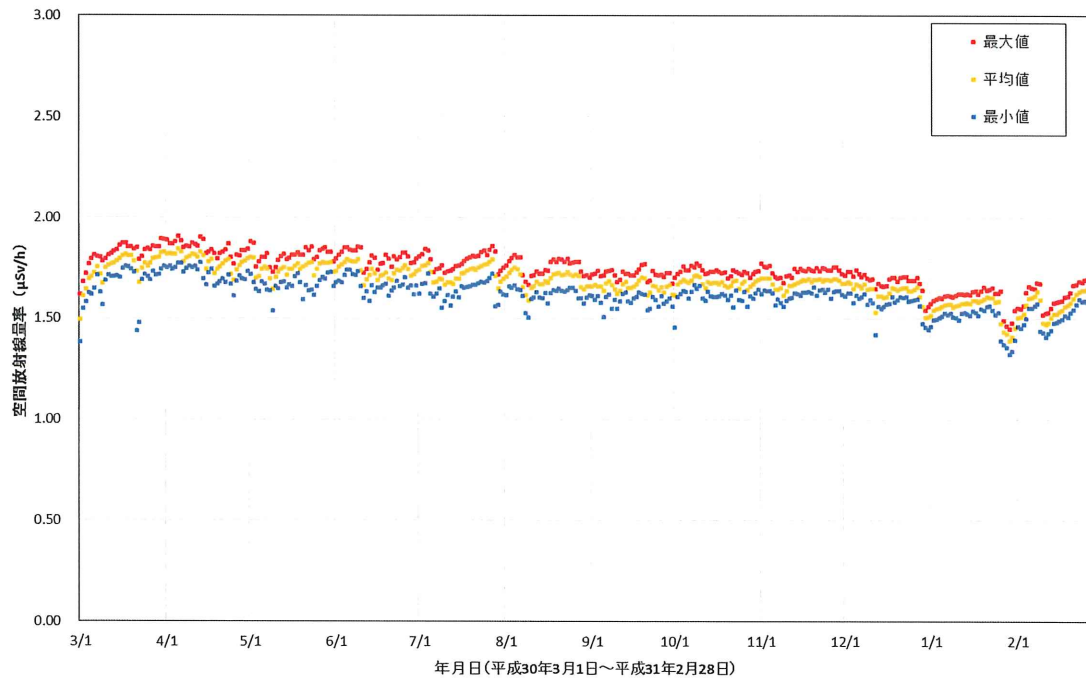
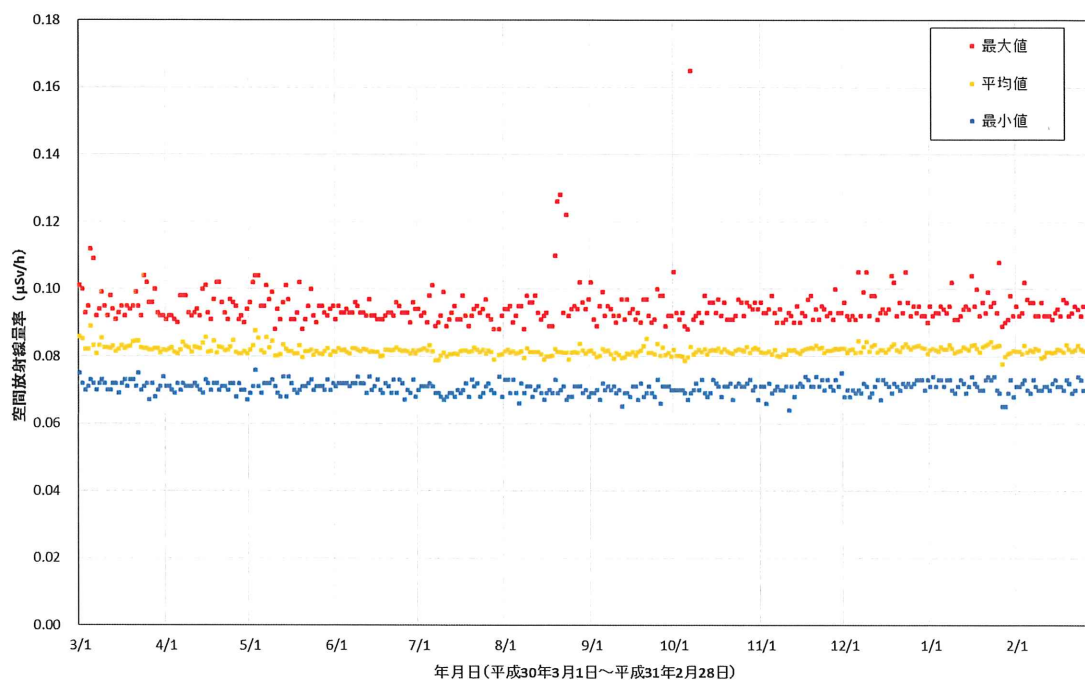


図 2-9-2(7) 各地点のトレンドグラフ

No.15 田村市常葉行政局



No.16 いわきの里鬼ヶ城オートキャンプ場

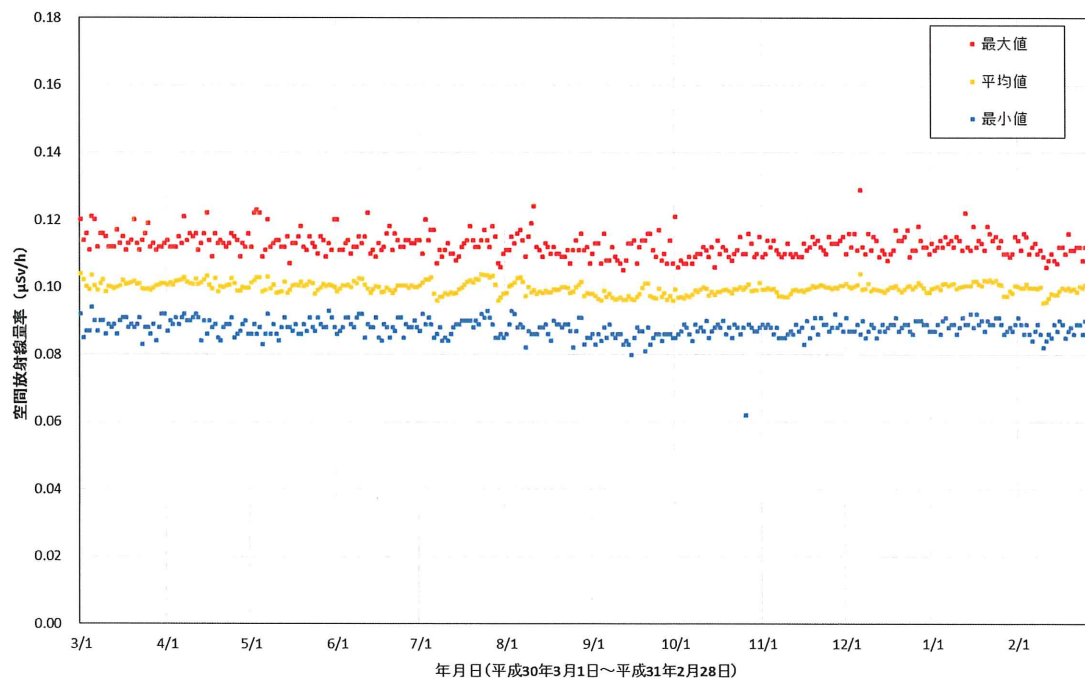
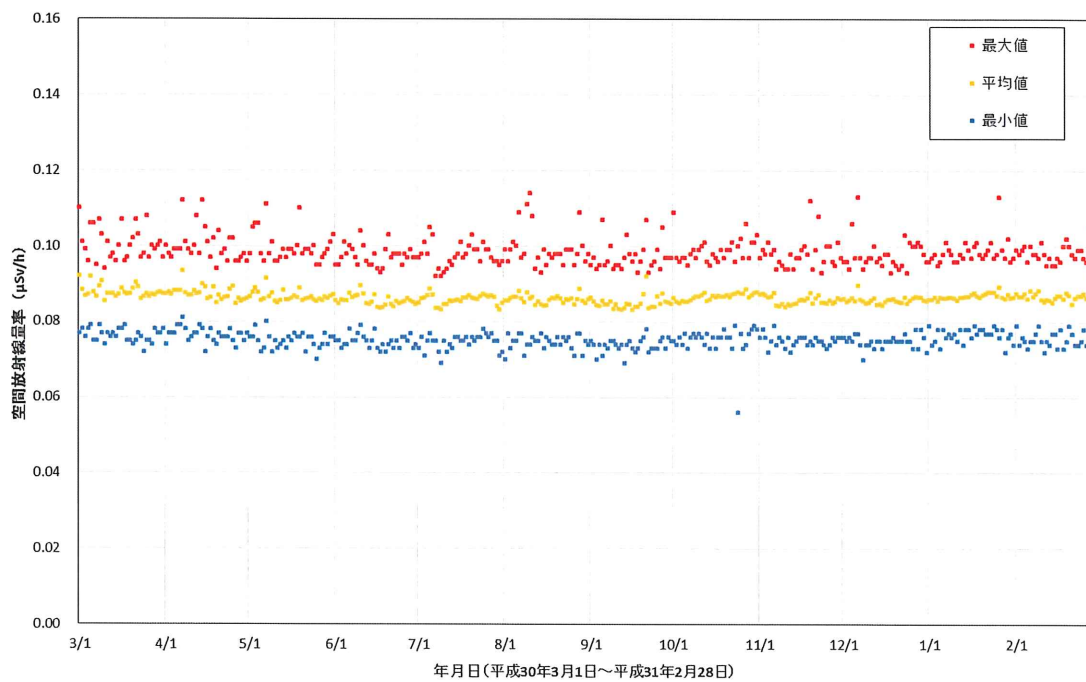
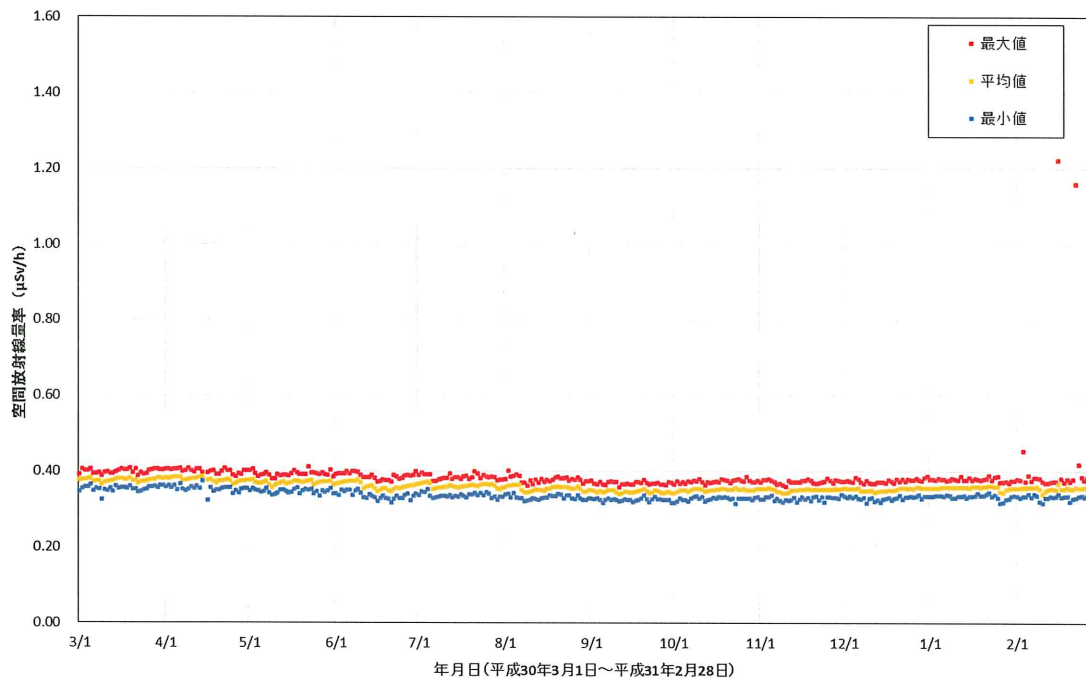


図 2-9-2(8) 各地点のトレンドグラフ

No.17 いわき市海竜の里センター



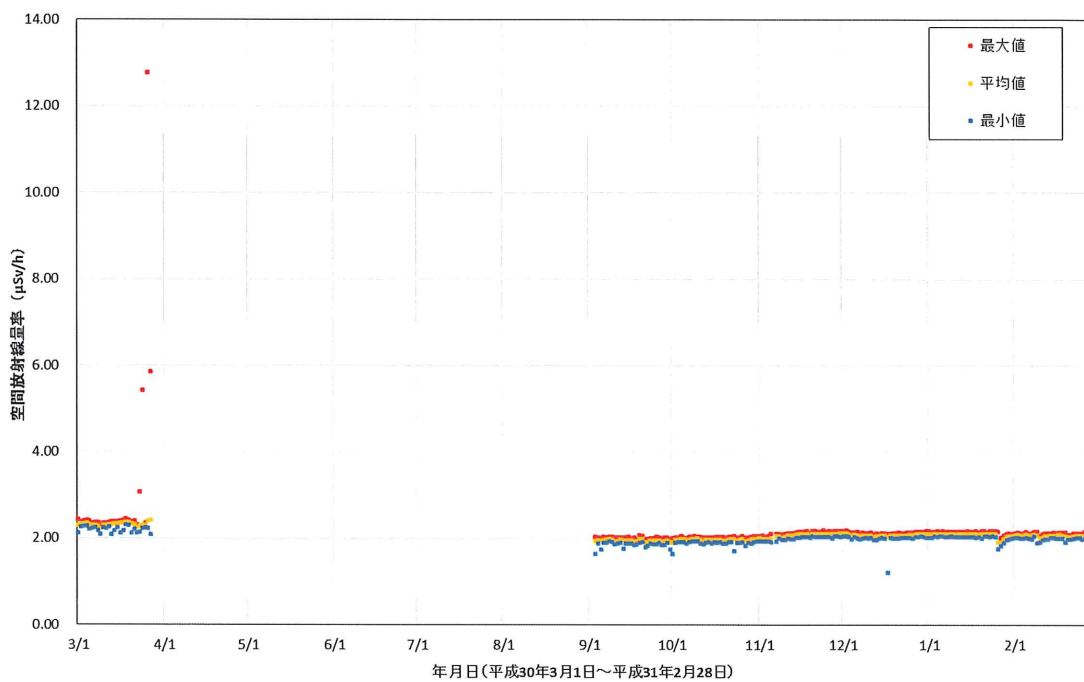
No.18 養護老人ホーム「東風荘」



2/3、2/16、2/22～23 は測定器異常によるものと思われる空間放射線量率異常値を含む

図 2-9-2(9) 各地点のトレンドグラフ

No.19 石熊公民館



3/23～3/24、3/26～27 は測定器故障による空間放射線量率異常値を含む

3/28～9/2 は測定器故障のため欠測

No.20 福島県浪江ひまわり荘

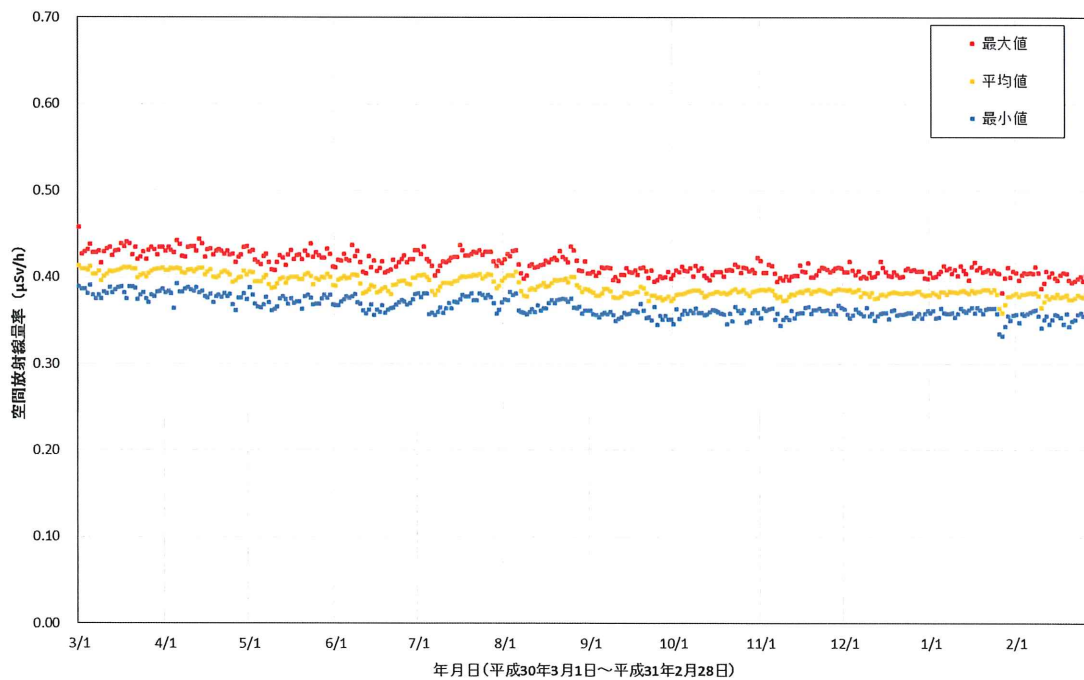
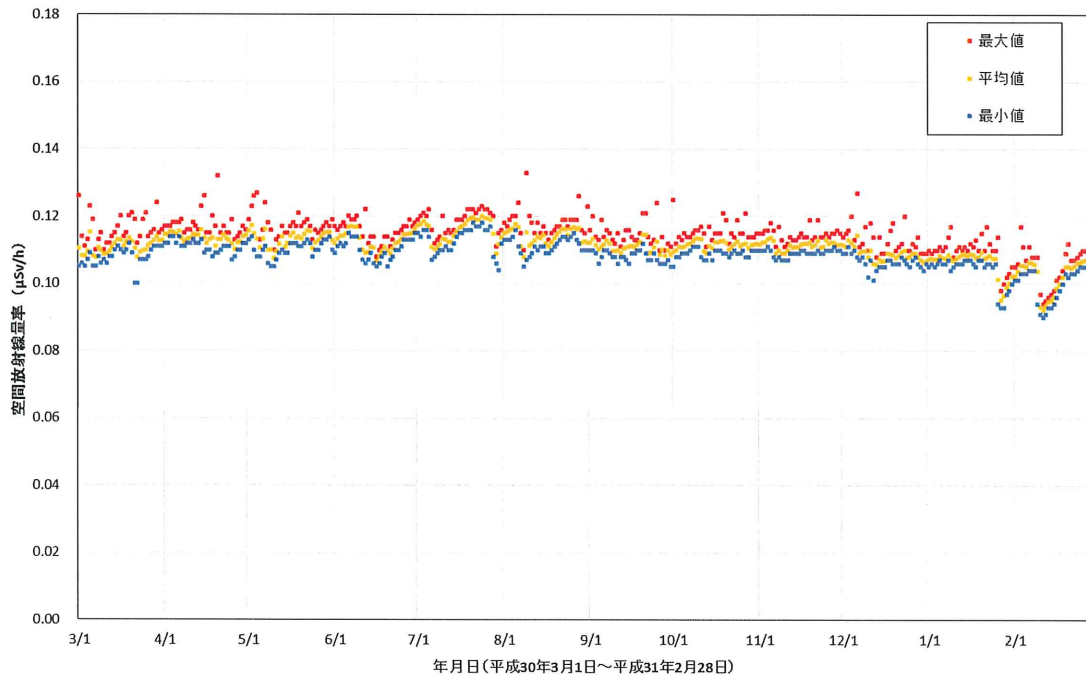


図 2-9-2(10) 各地点のトレンドグラフ

No.21 場々多目的研修センター



No.22 合子集落農事集会所

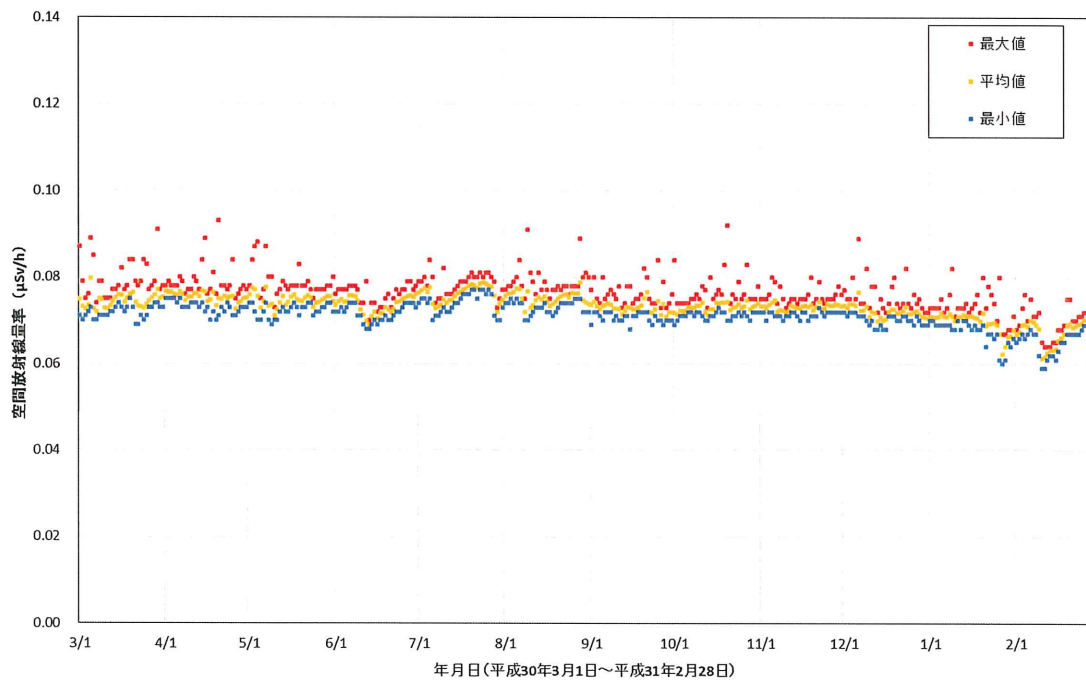
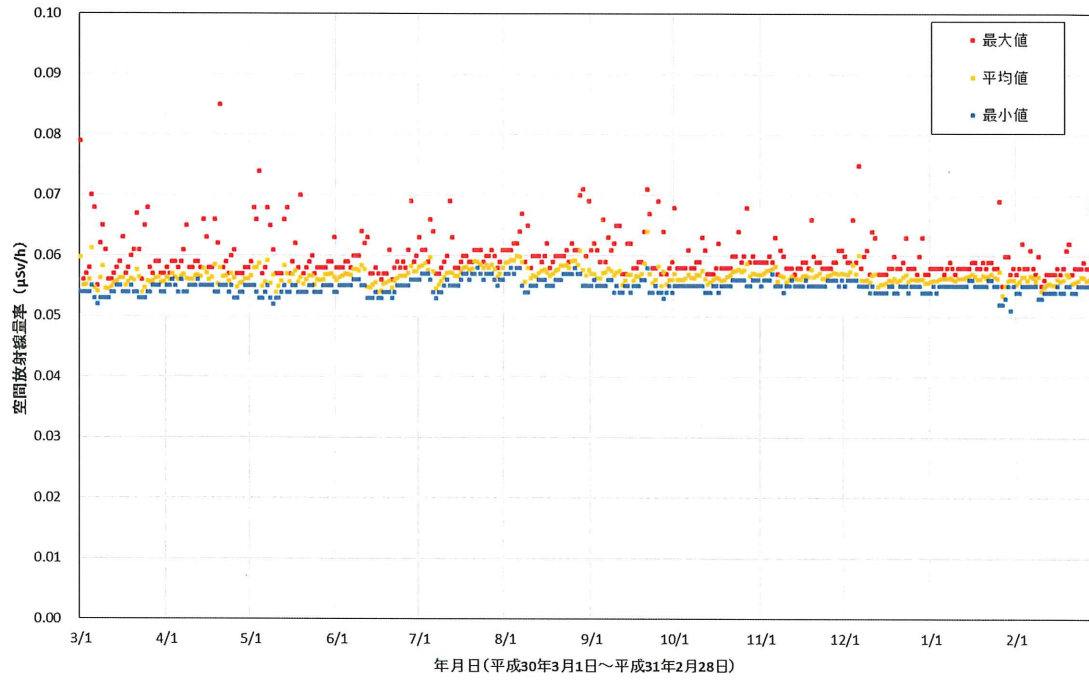


図 2-9-2(11) 各地点のトレンドグラフ

No.23 福浦小学校



No.24 金房幼稚園

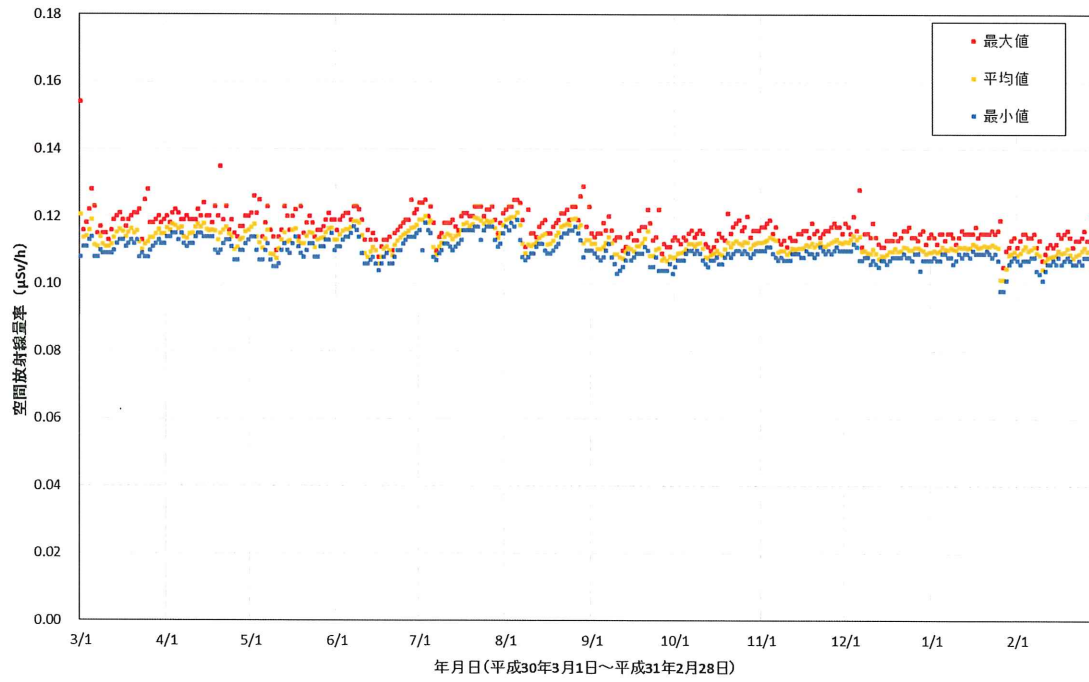
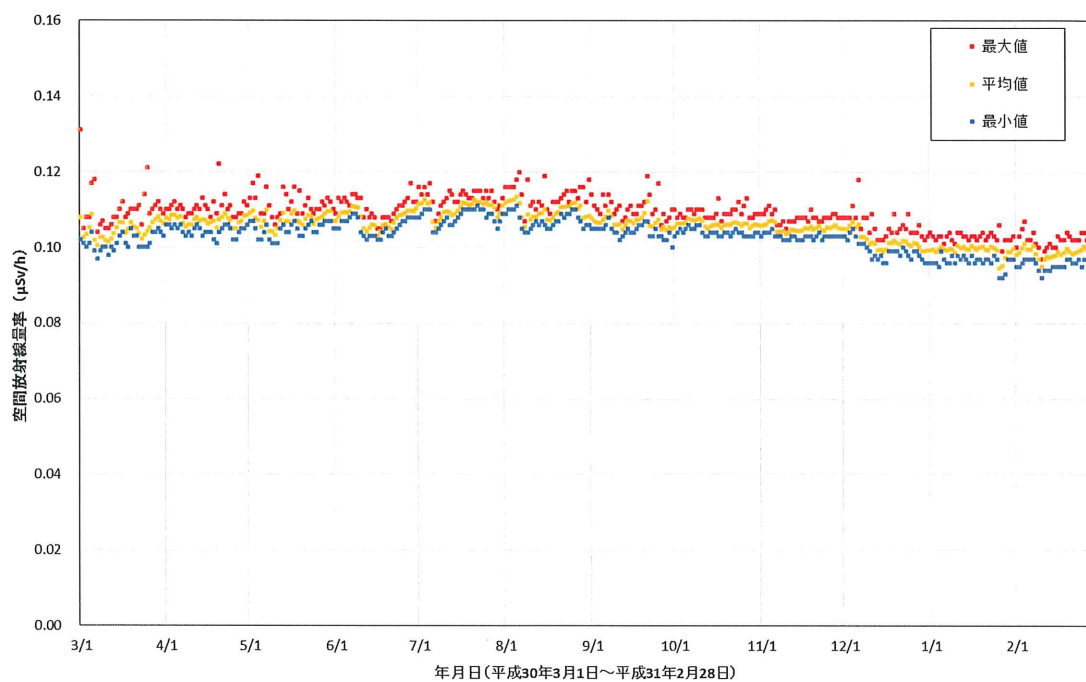


図 2-9-2(12) 各地点のトレンドグラフ

No.25 鳩原小学校



No.26 小高区団第3分団第10部屯所

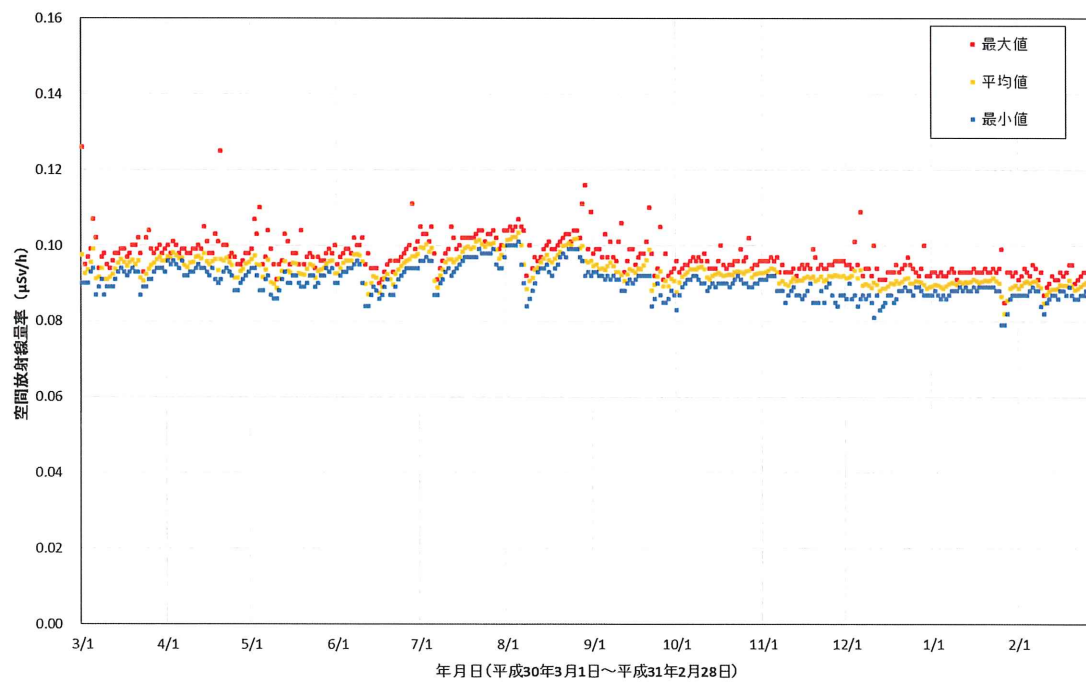
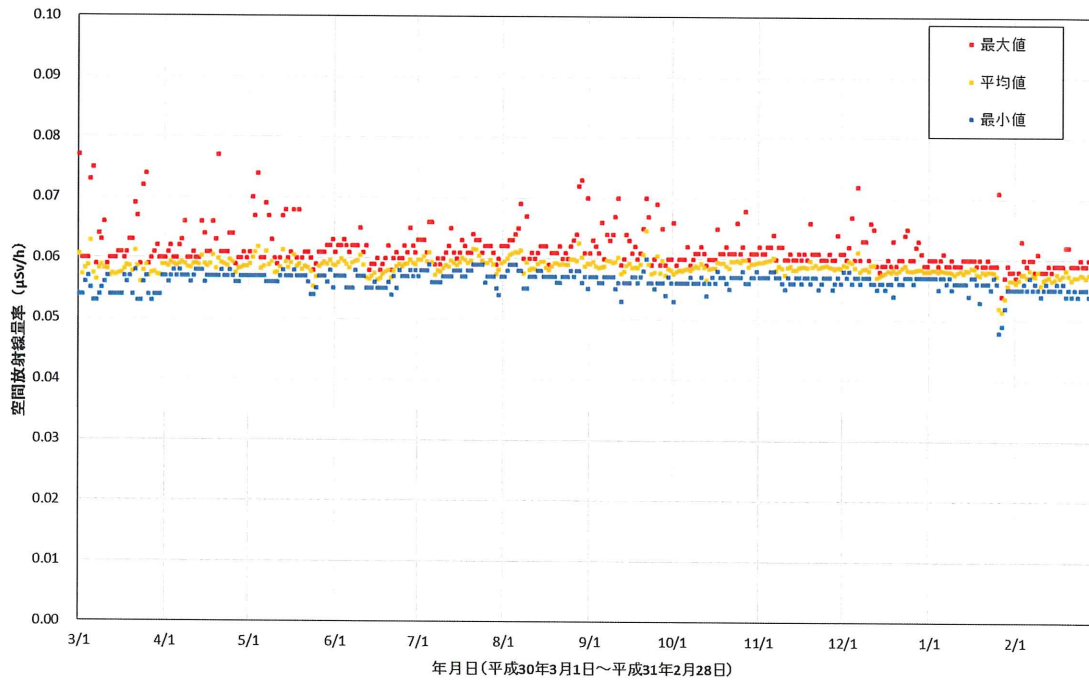


図 2-9-2(13) 各地点のトレンドグラフ

No.27 小高区役所



No.28 高の倉ダム助常観測所

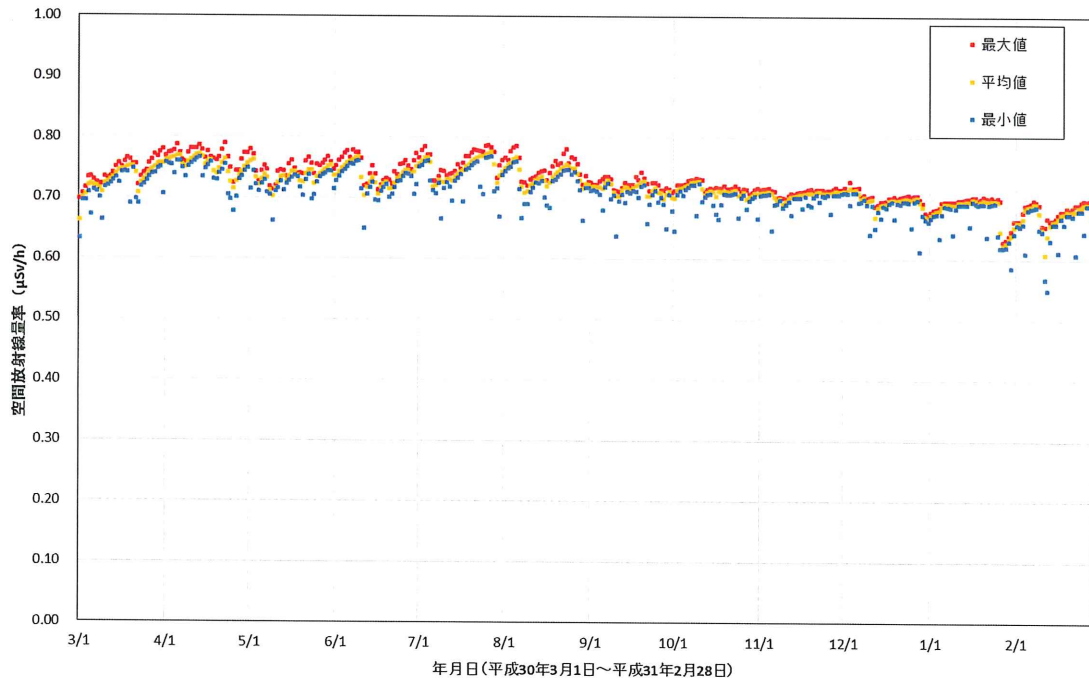
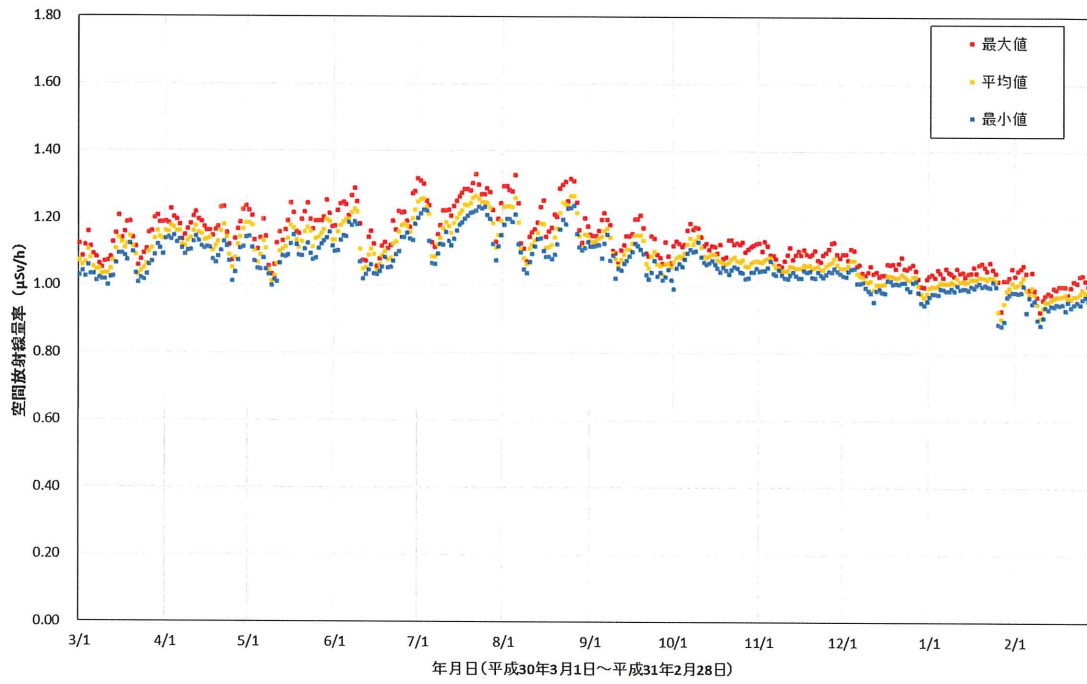


図 2-9-2(14) 各地点のトレンドグラフ

No.29 鉄山ダム



No.30 山木屋駐在所

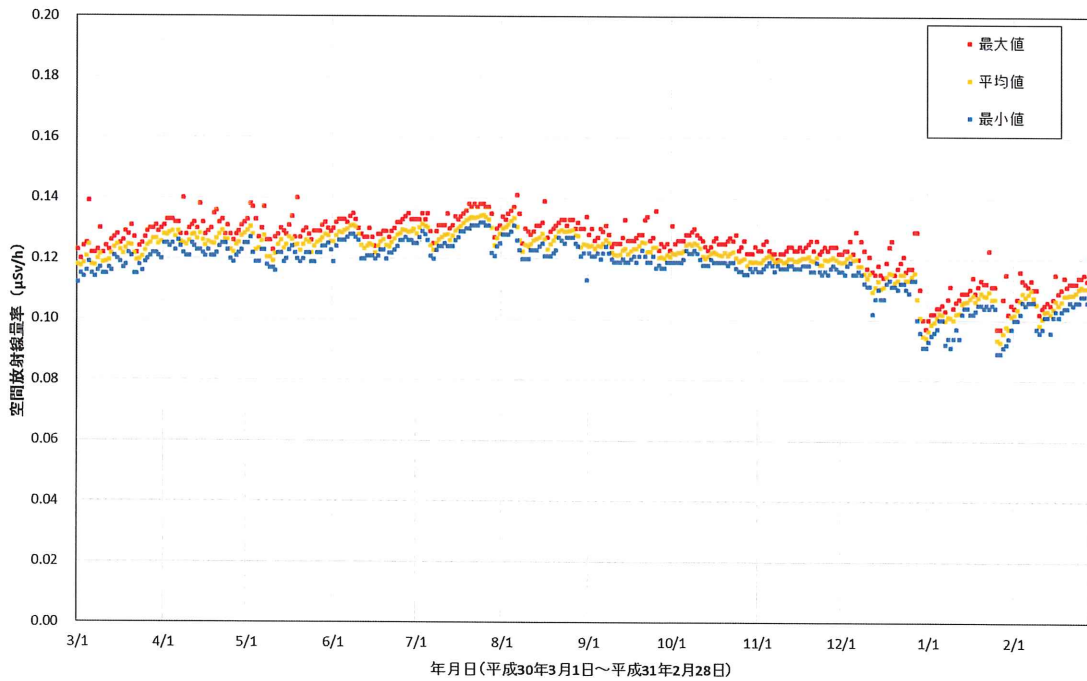
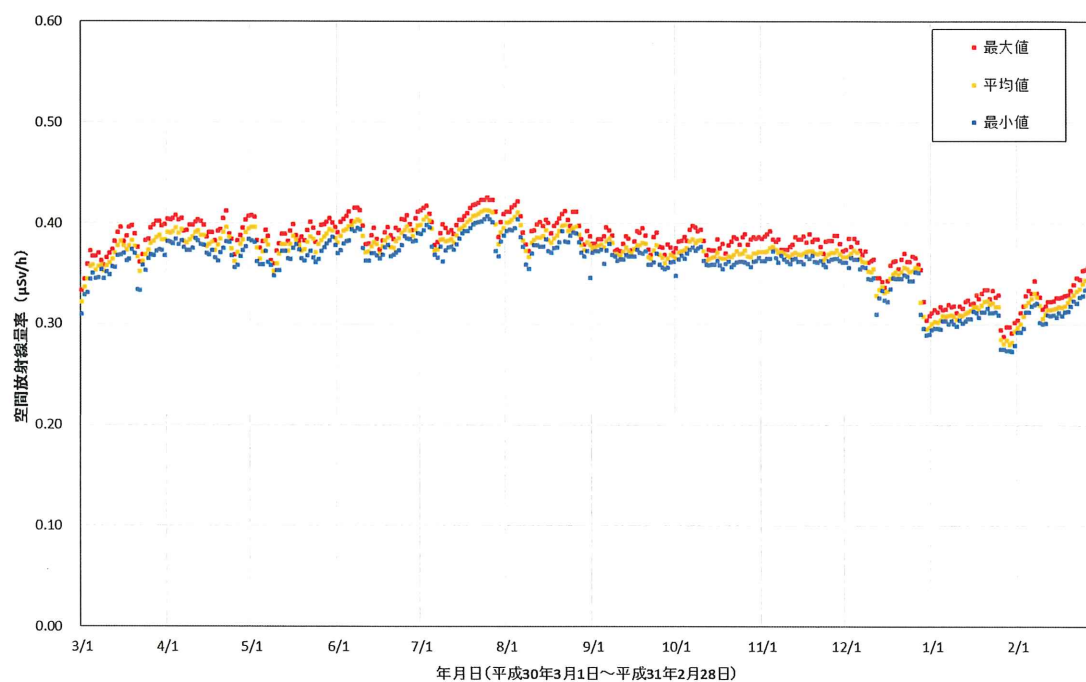
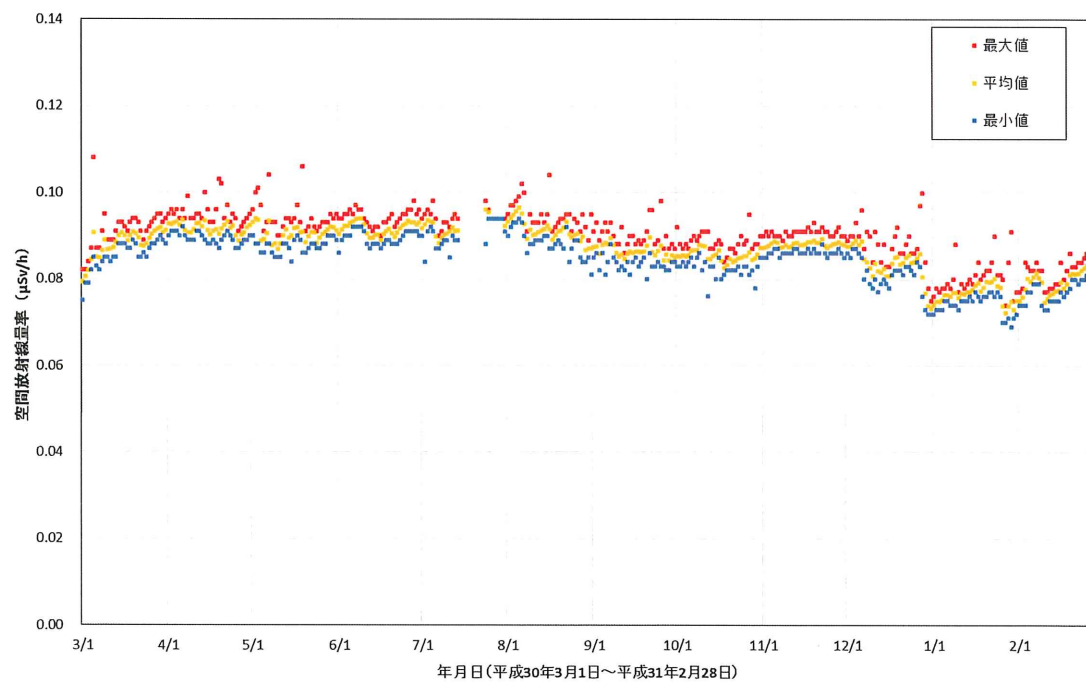


図 2-9-2(15) 各地点のトレンドグラフ

No.31 山木屋乙八区コミュニティ消防センター



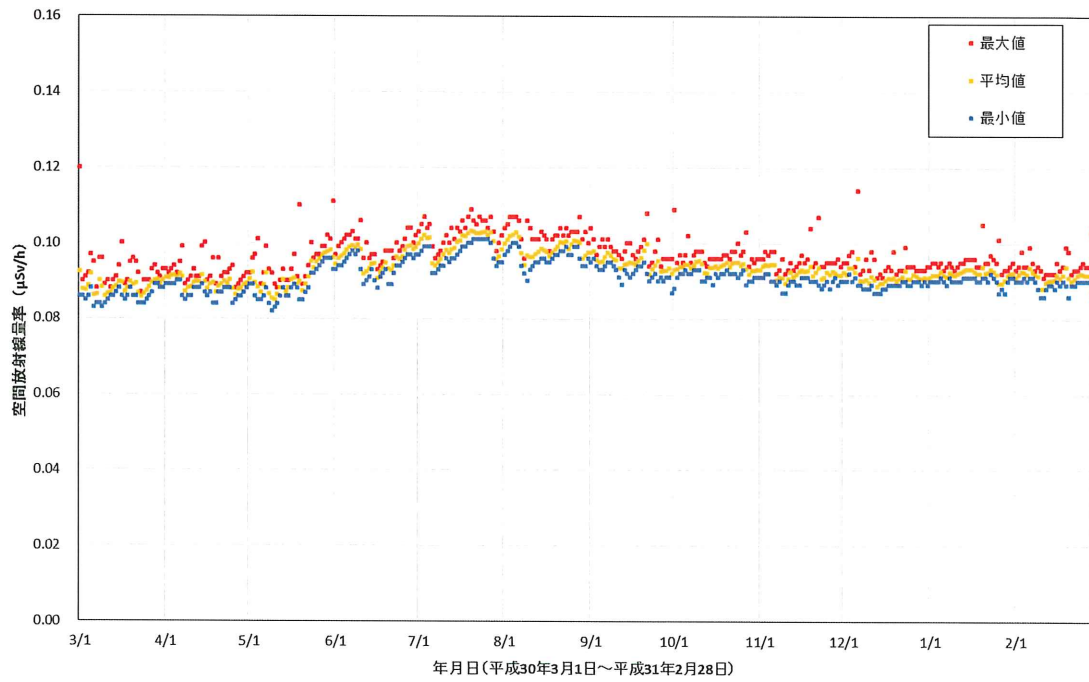
No.32 戸草集会所



7/15～7/23 は測定器故障のため欠測

図 2-9-2(16) 各地点のトレンドグラフ

No.34 女平地区集会所



No.35 天神岬スポーツ公園

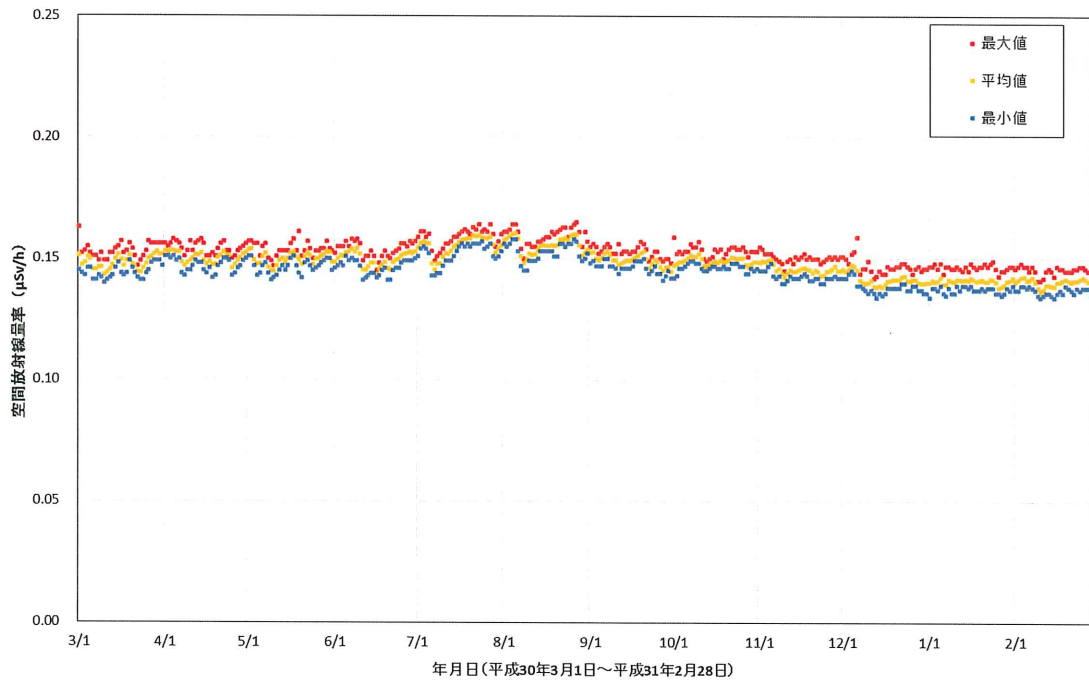
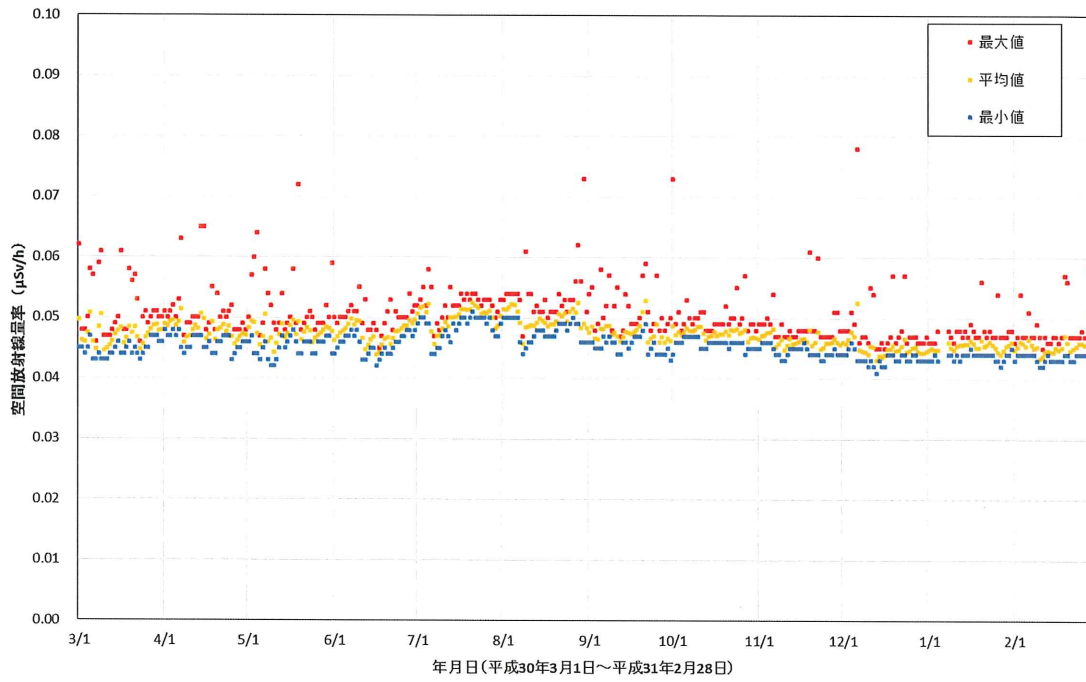


図 2-9-2(17) 各地点のトレンドグラフ

No.36 檜葉南小学校



No.37 営団地区集会所

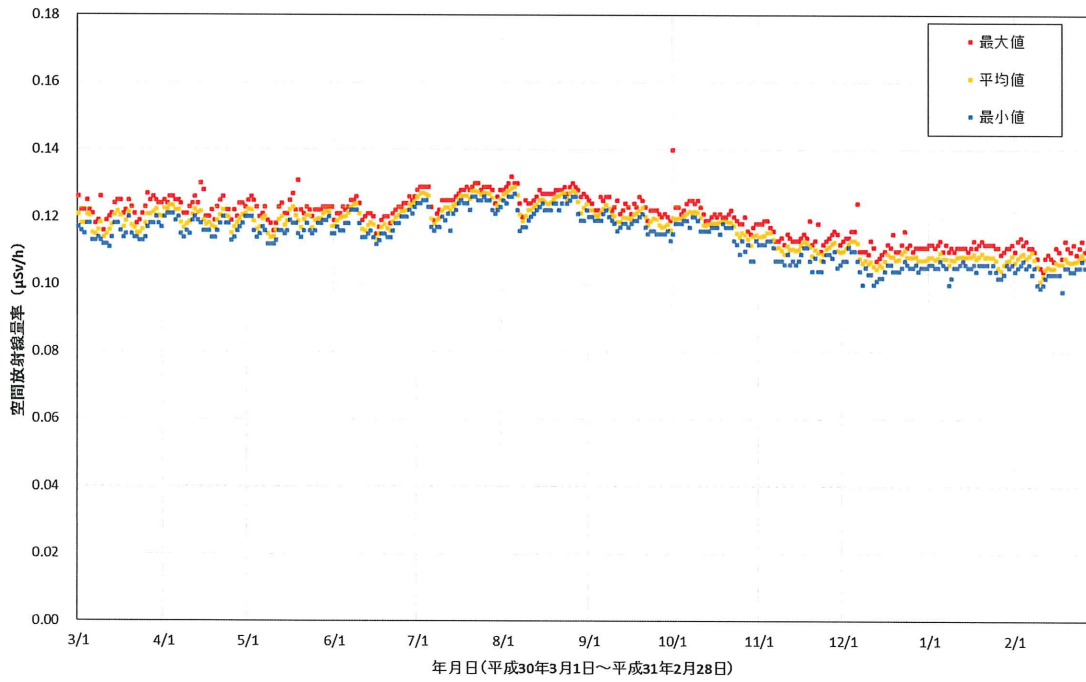
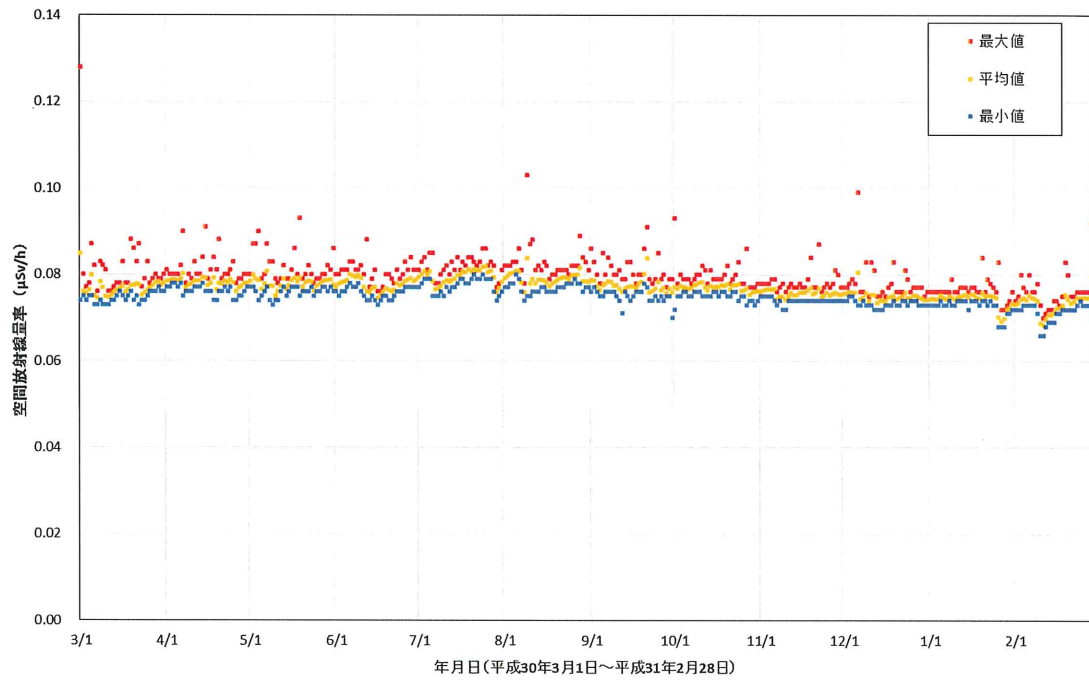


図 2-9-2(18) 各地点のトレンドグラフ

No.38 乙次郎地区集会所



No.39 小良ヶ浜多目的集会所

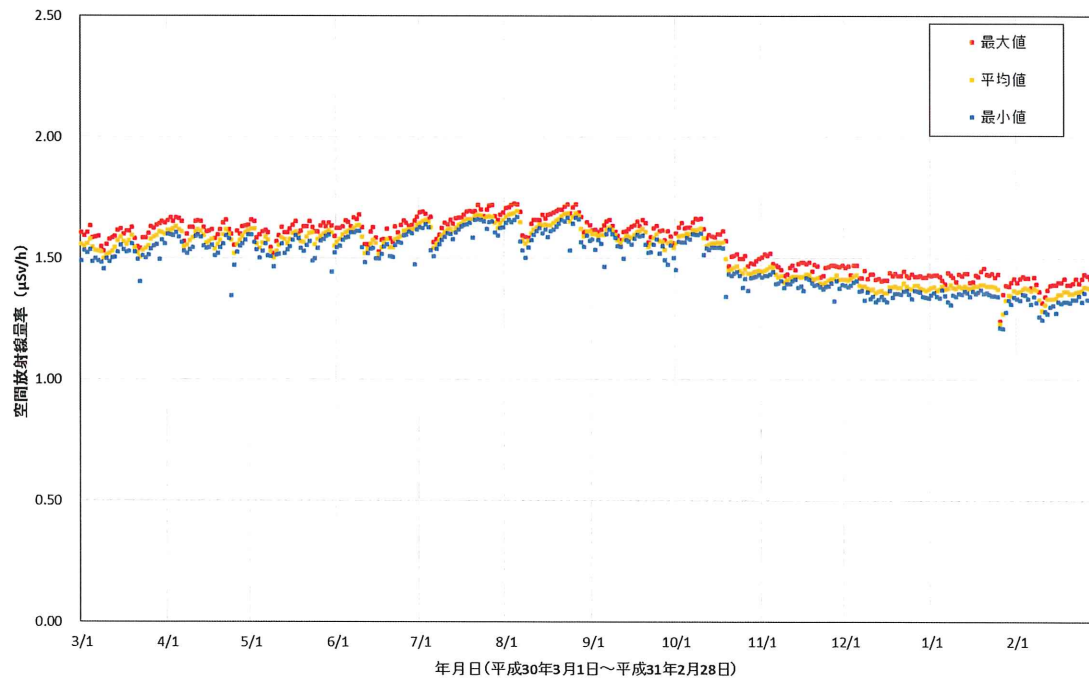
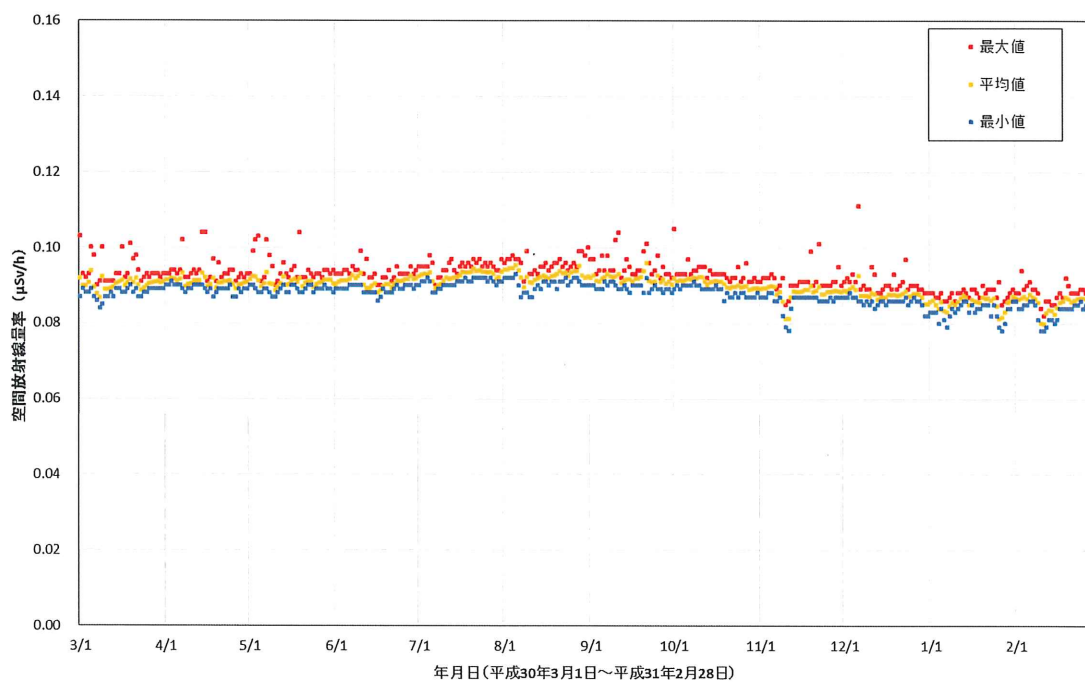


図 2-9-2(19) 各地点のトレンドグラフ

No.40 富岡第一小学校



No.41 富岡第二小学校

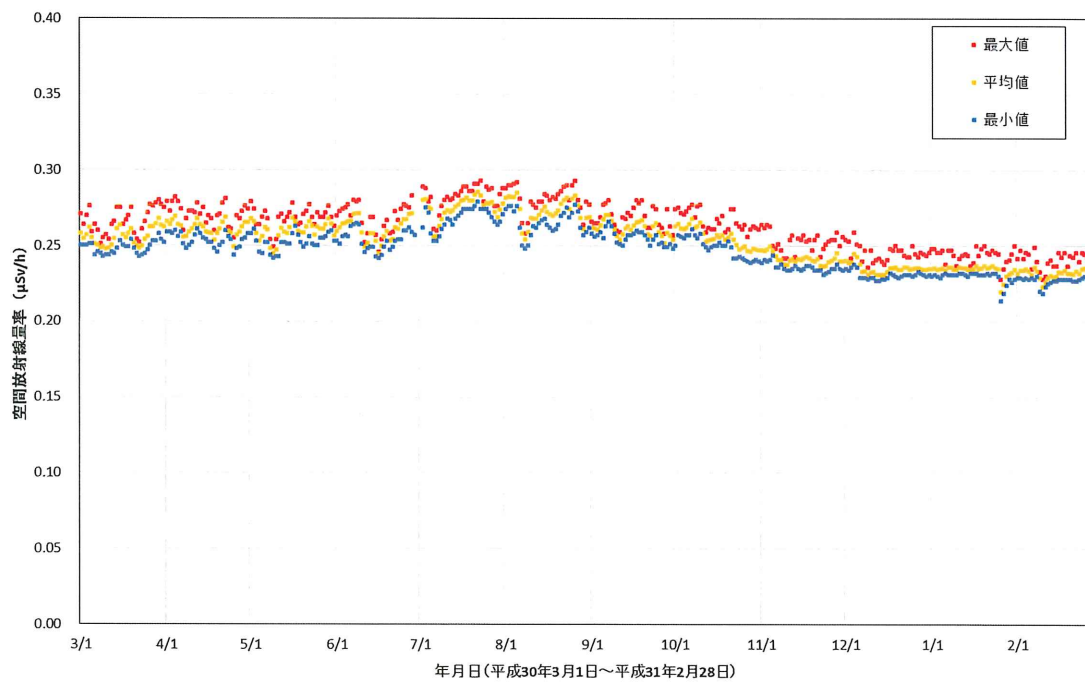
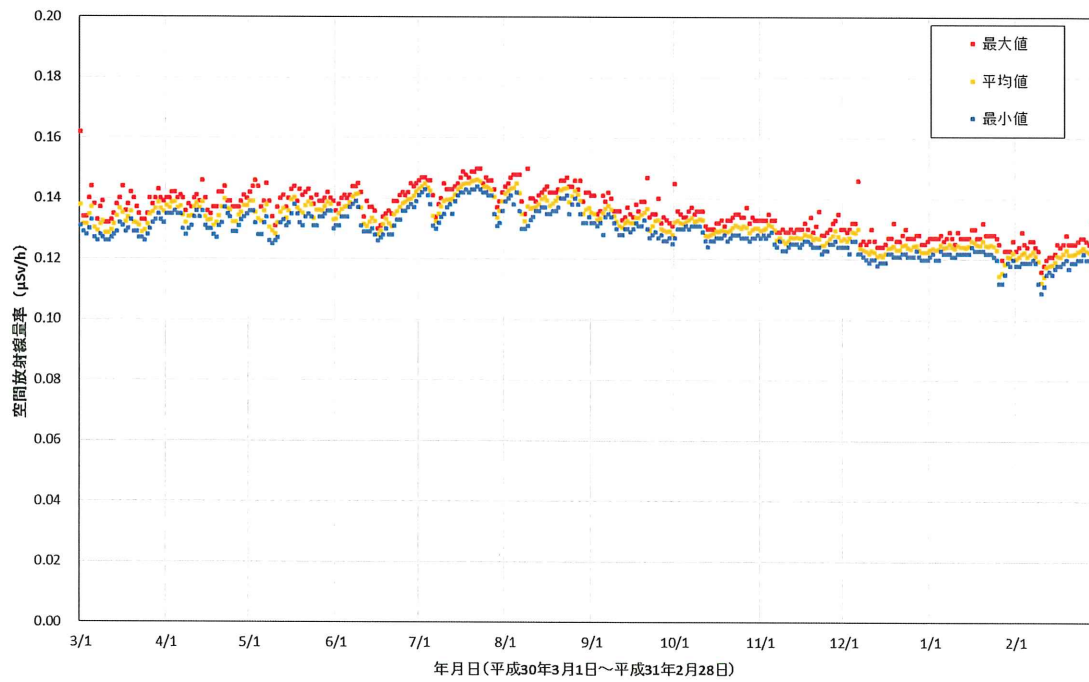


図 2-9-2(20) 各地点のトレンドグラフ

No.42 赤木多目的集会所



No.43 村営バス停留所(貝ノ坂地区)

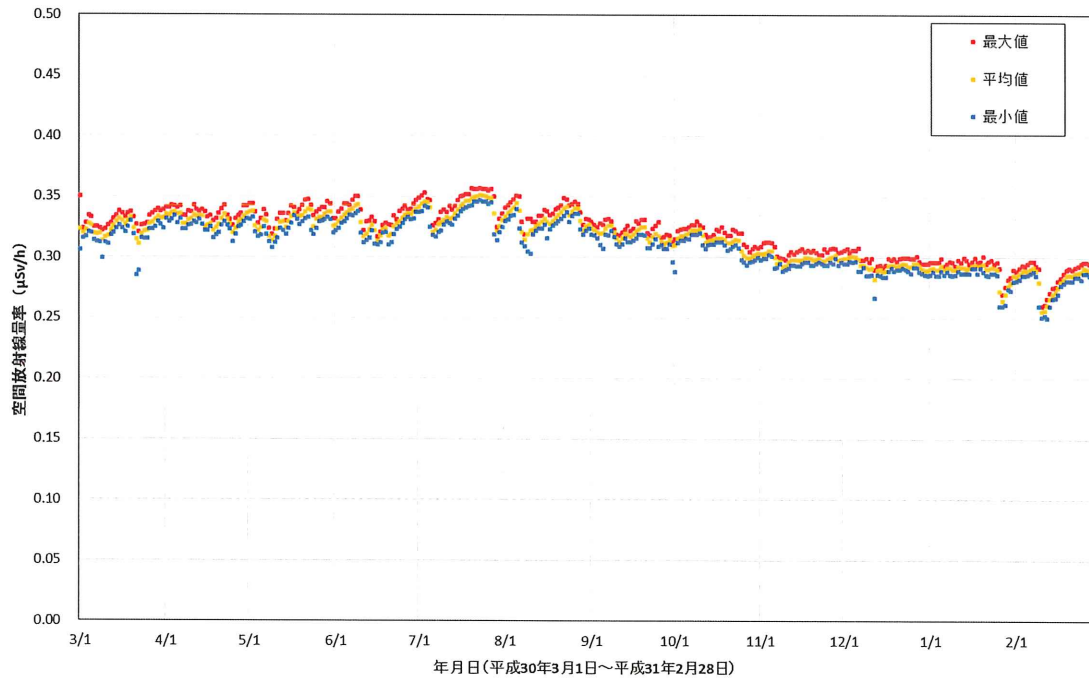
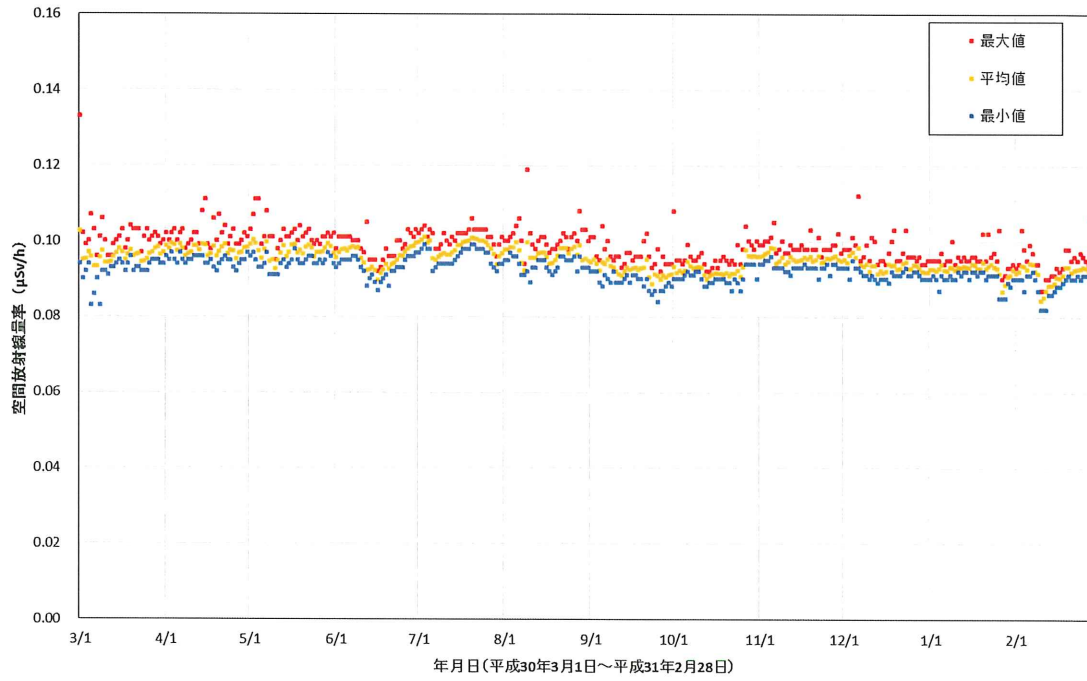


図 2-9-2(21) 各地点のトレンドグラフ

No.44 五枚沢集会所



No.45 毛戸集会所

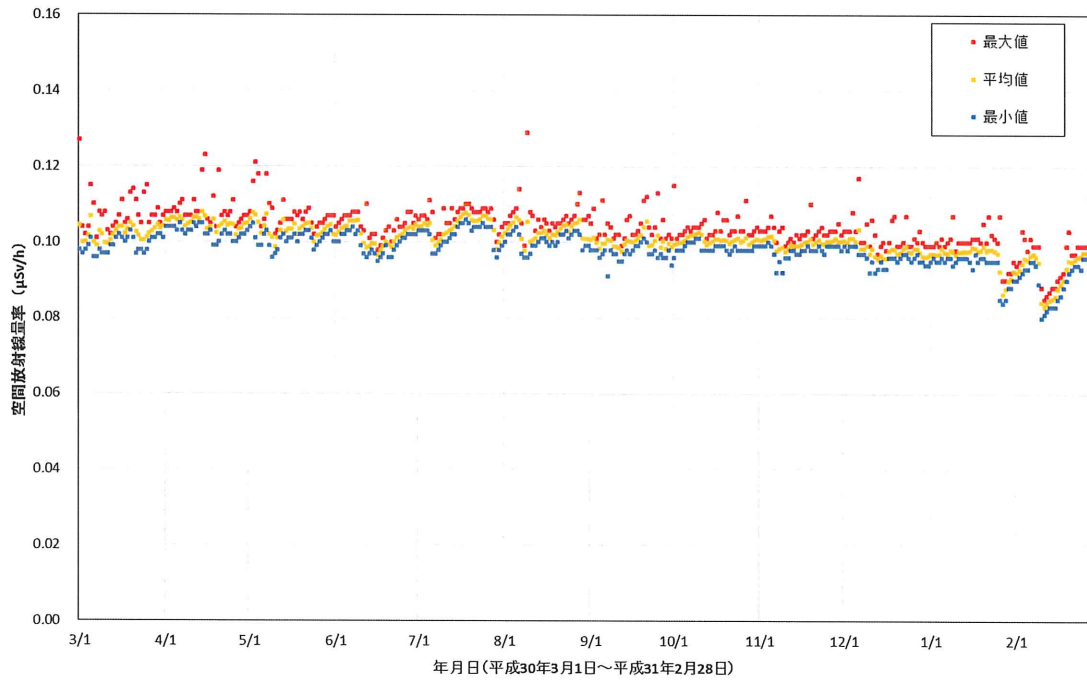
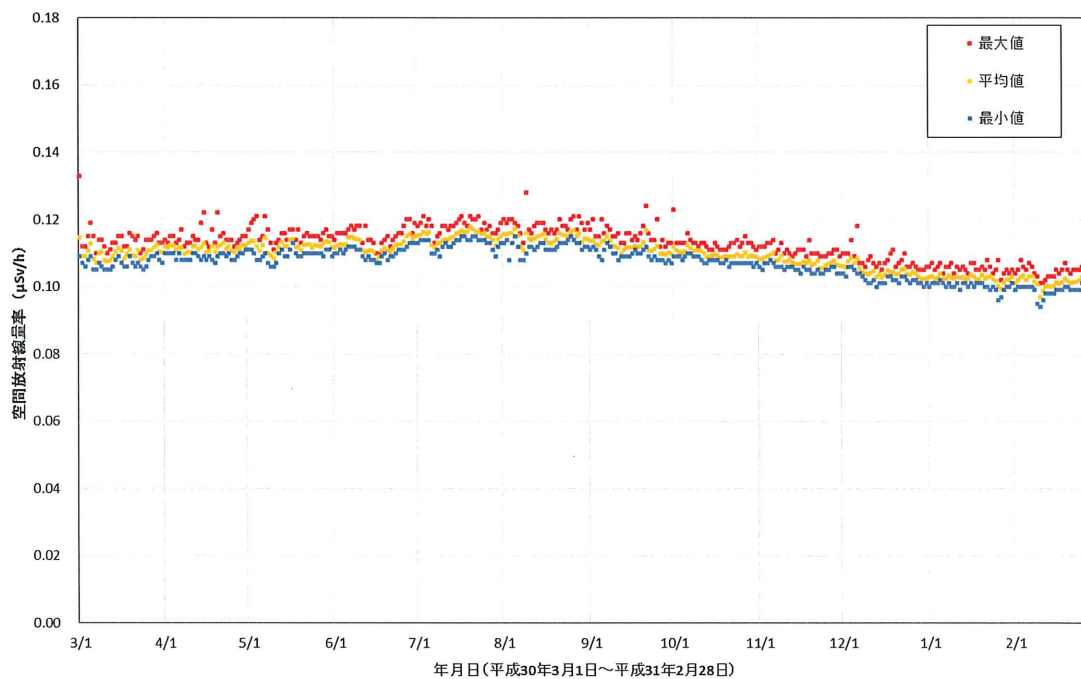


図 2-9-2(22) 各地点のトレンドグラフ

No.46 坂下ダム管理事務所



No.47 夫沢二区地区集会所

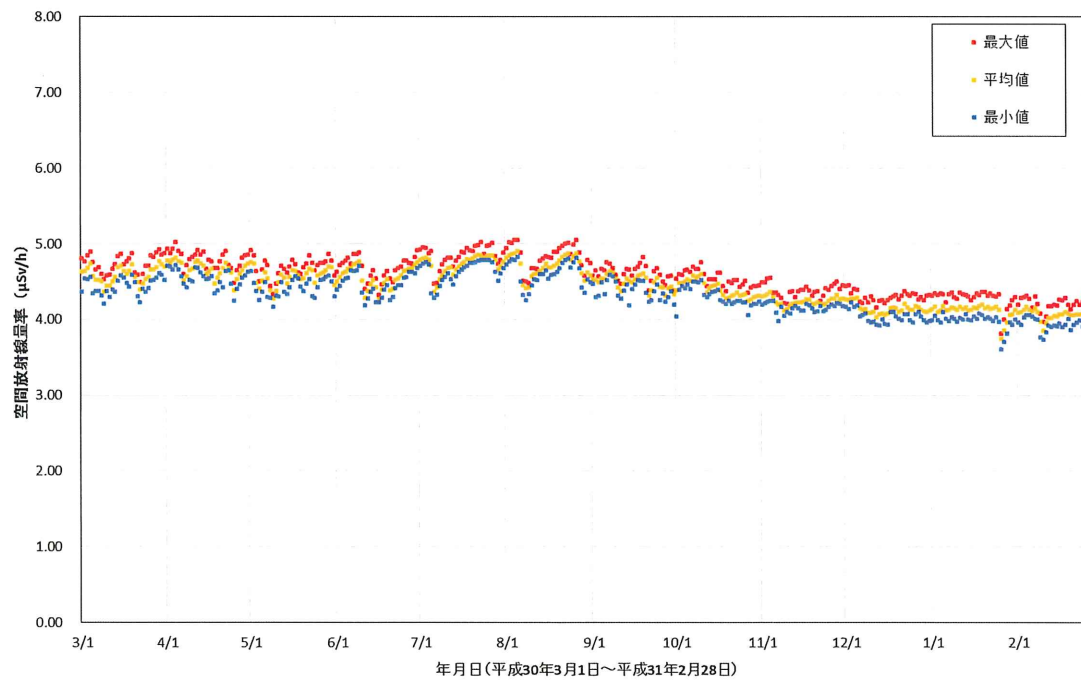
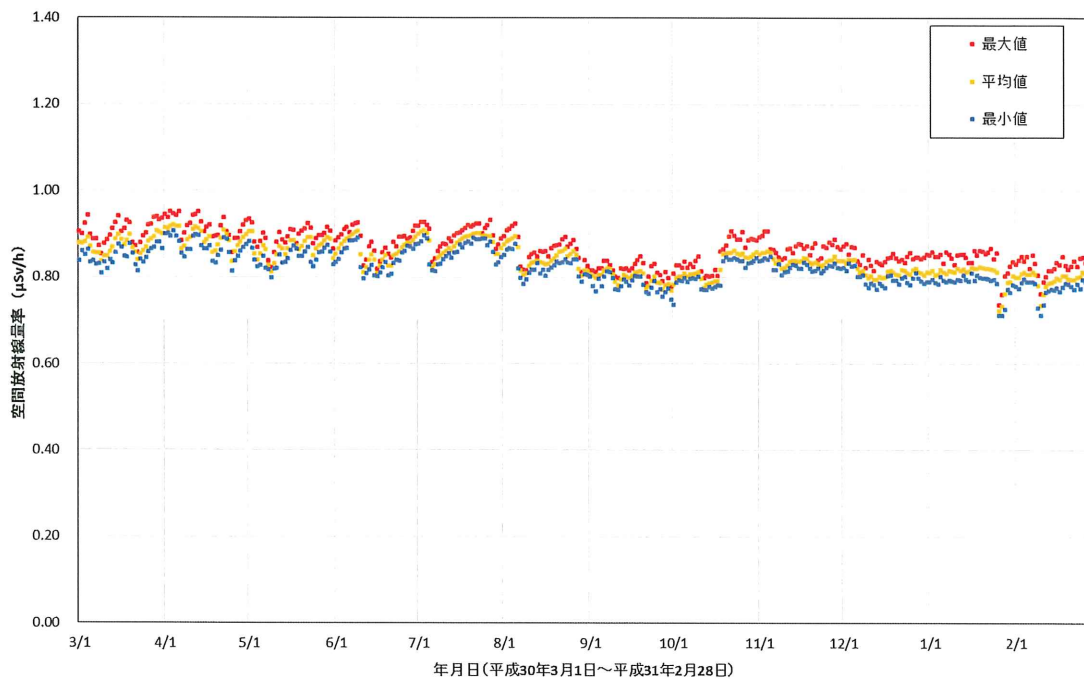


図 2-9-2(23) 各地点のトレンドグラフ

No.48 熊一区地区集会所



No.49 熊町小学校

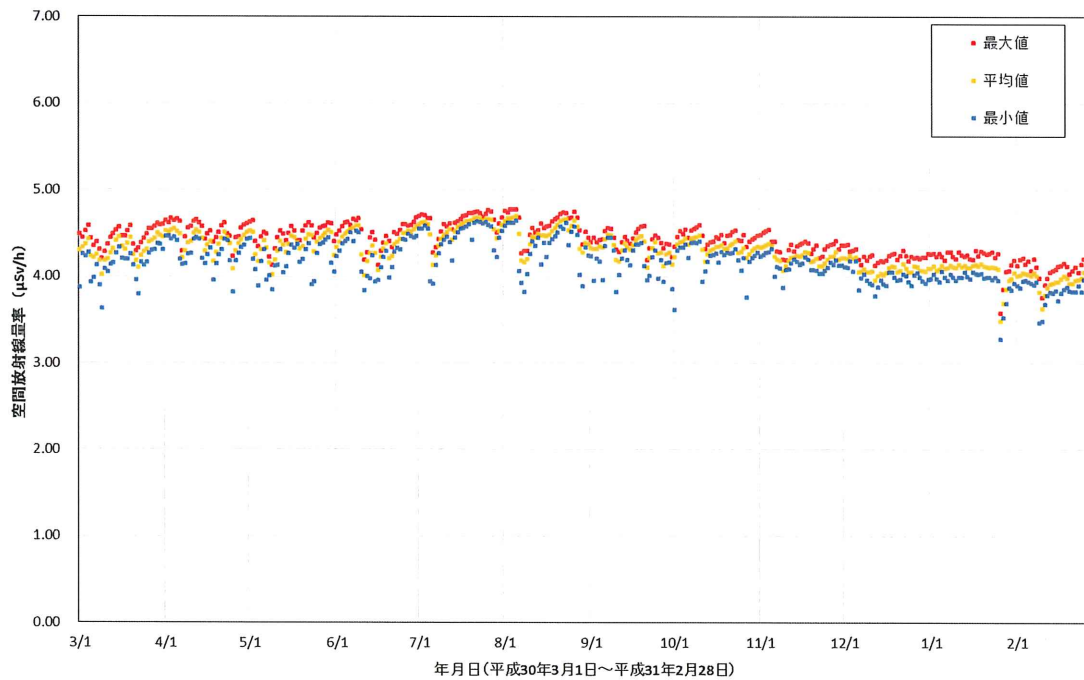
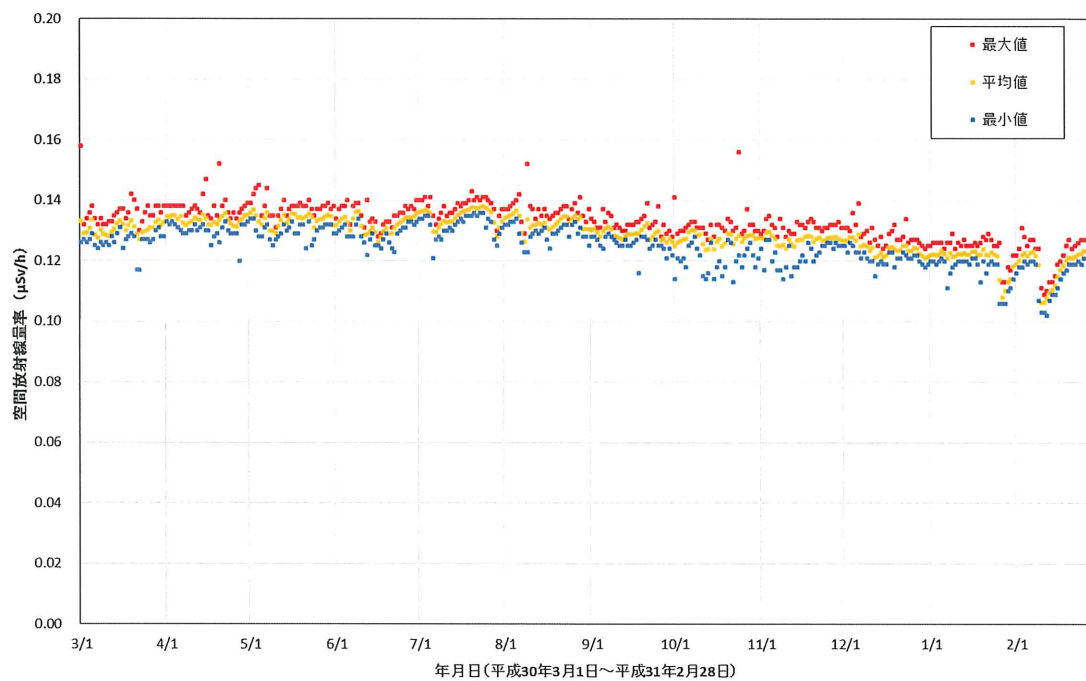


図 2-9-2(24) 各地点のトレンドグラフ

No.50 中屋敷多目的研修集会施設



No.51 野上一区地区集会所

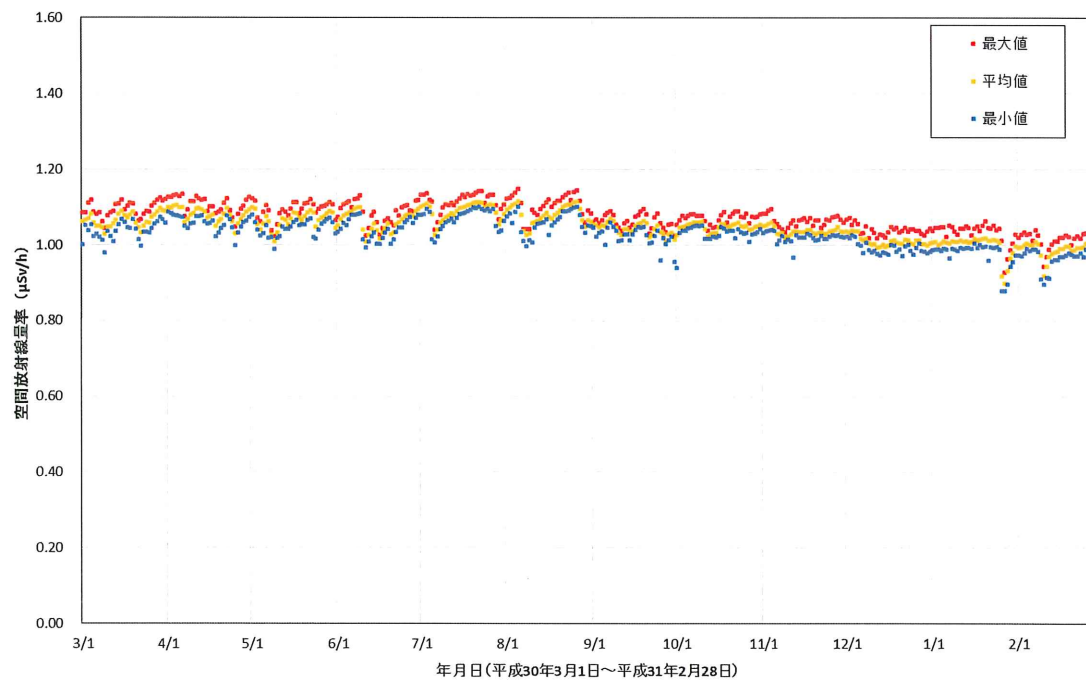
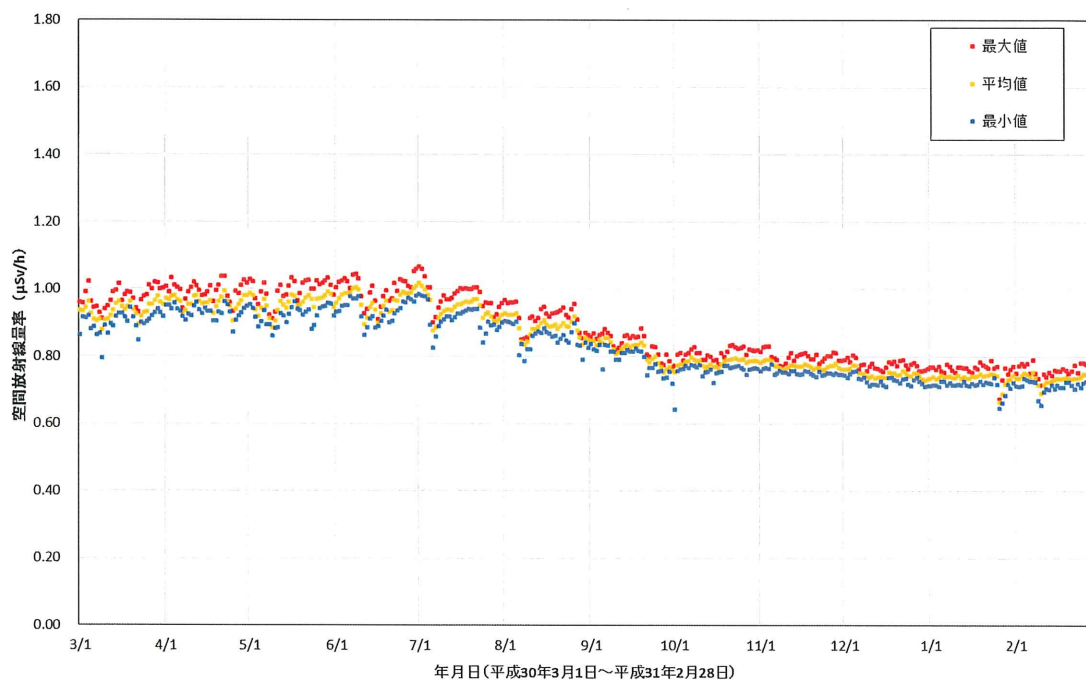


図 2-9-2(25) 各地点のトレンドグラフ

No.52 北部コミュニティーセンター



No.53 双葉総合公園

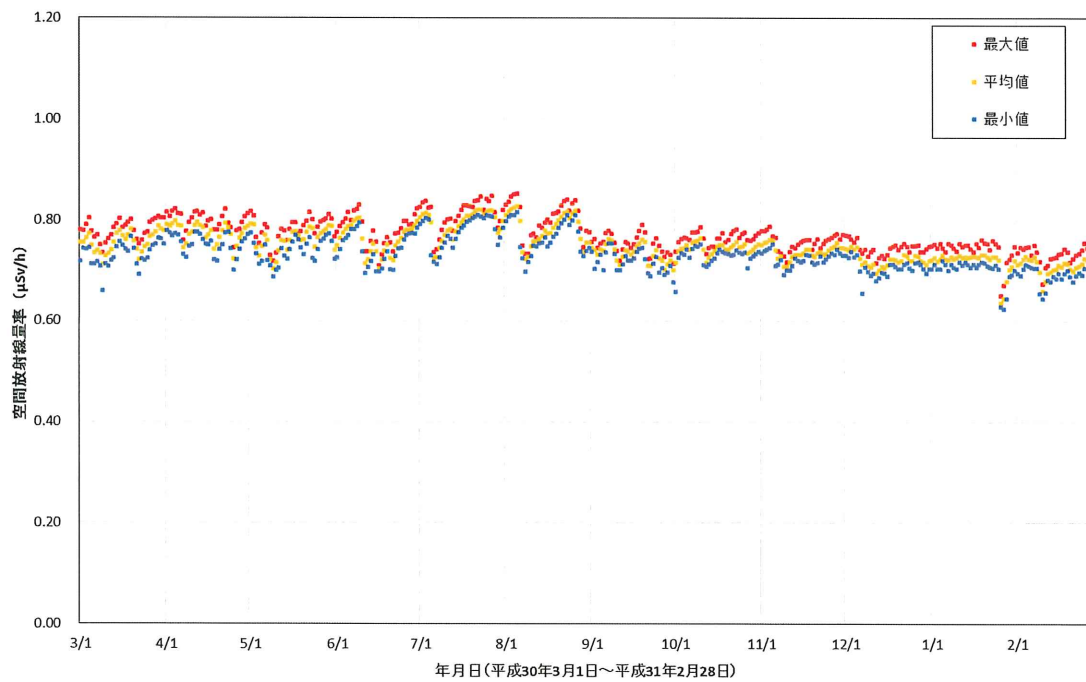
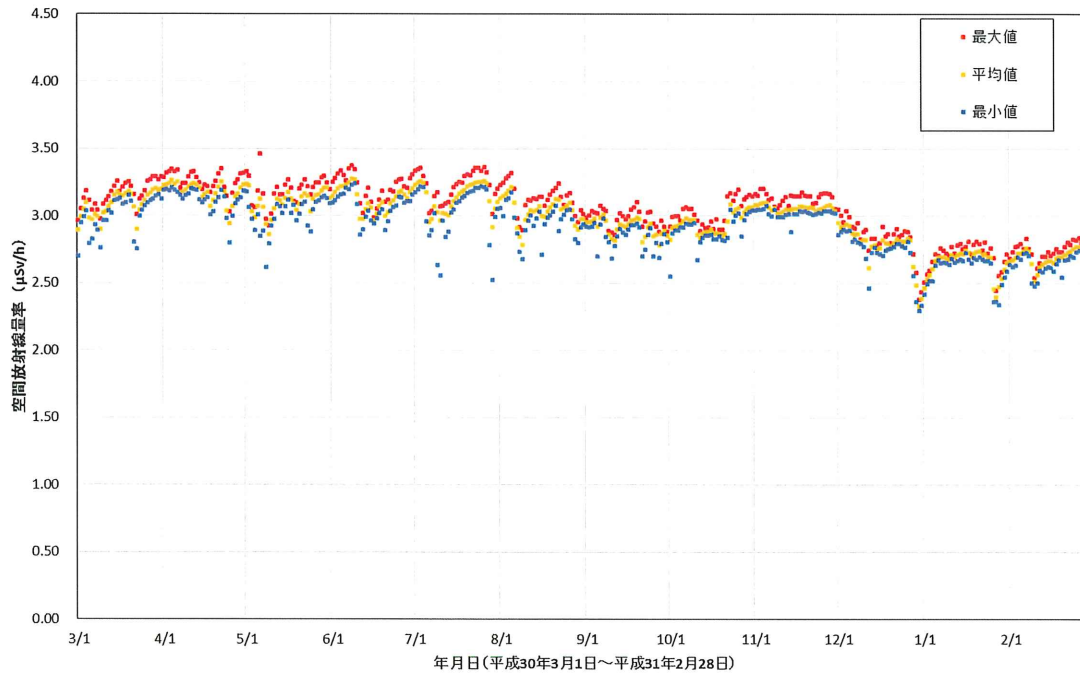


図 2-9-2(26) 各地点のトレンドグラフ

No.54 手七郎集会所



No.55 赤宇木集会所

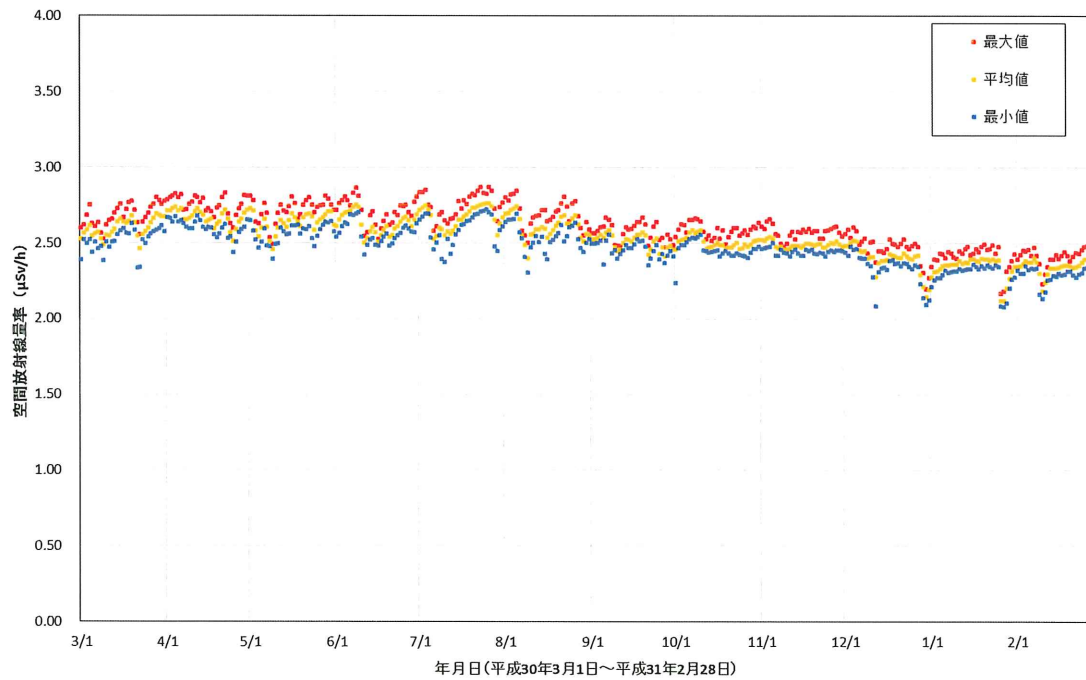
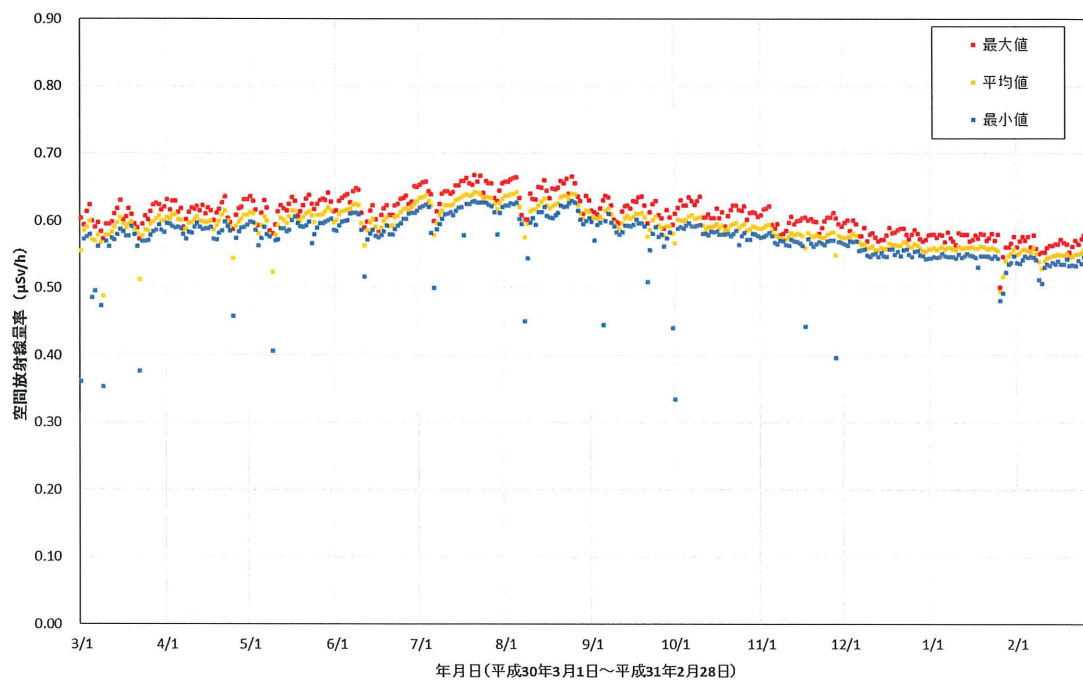


図 2-9-2(27) 各地点のトレンドグラフ

No.56 大堀小学校



No.57 荻野小学校

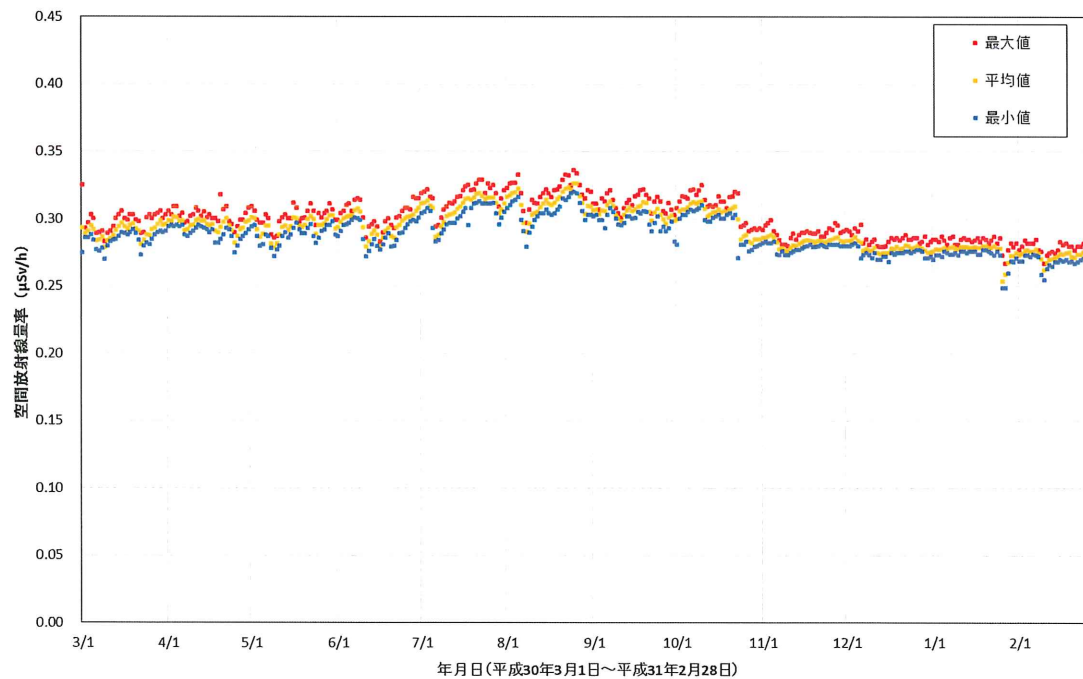
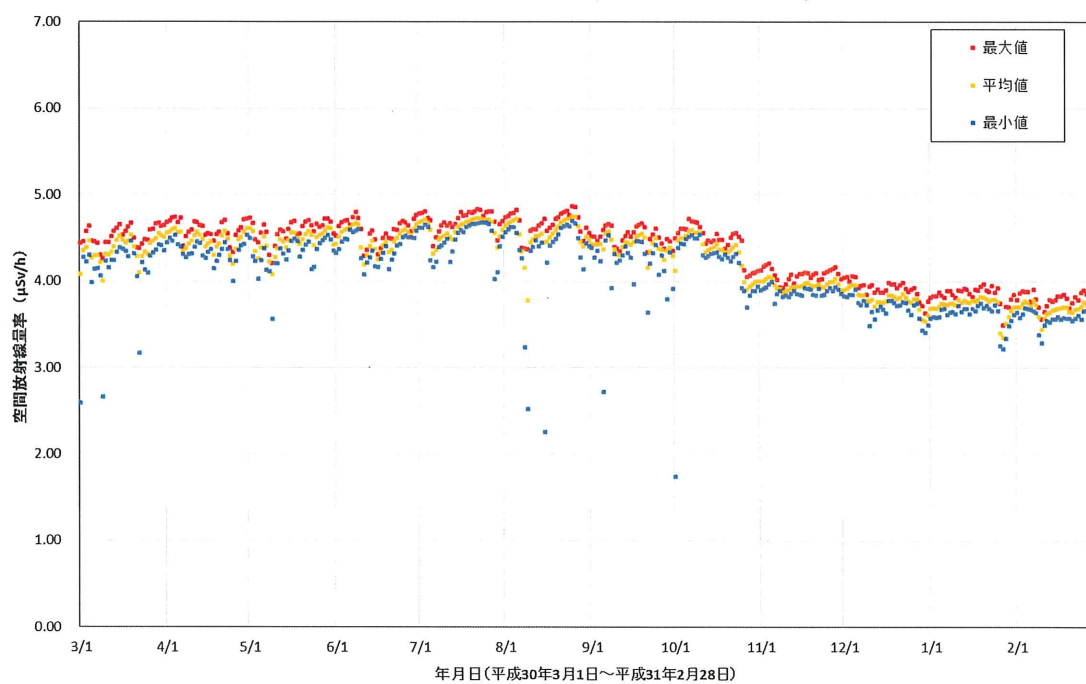


図 2-9-2(28) 各地点のトレンドグラフ

No.58 大柿簡易郵便局(葛尾村営バス停脇)



No.59 浪江町役場

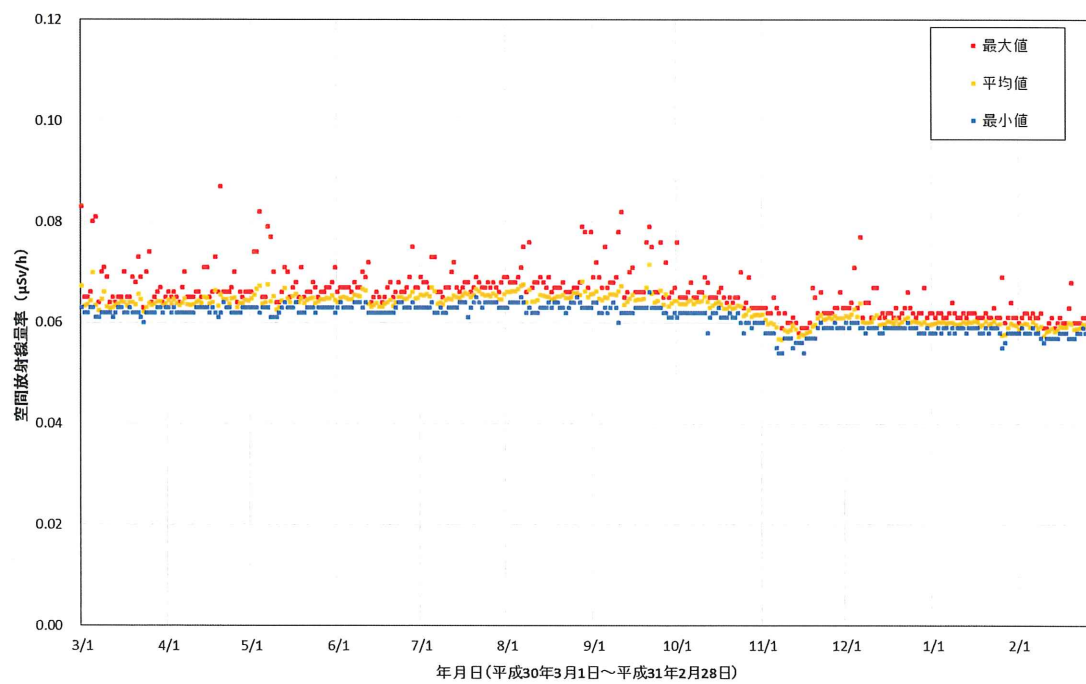
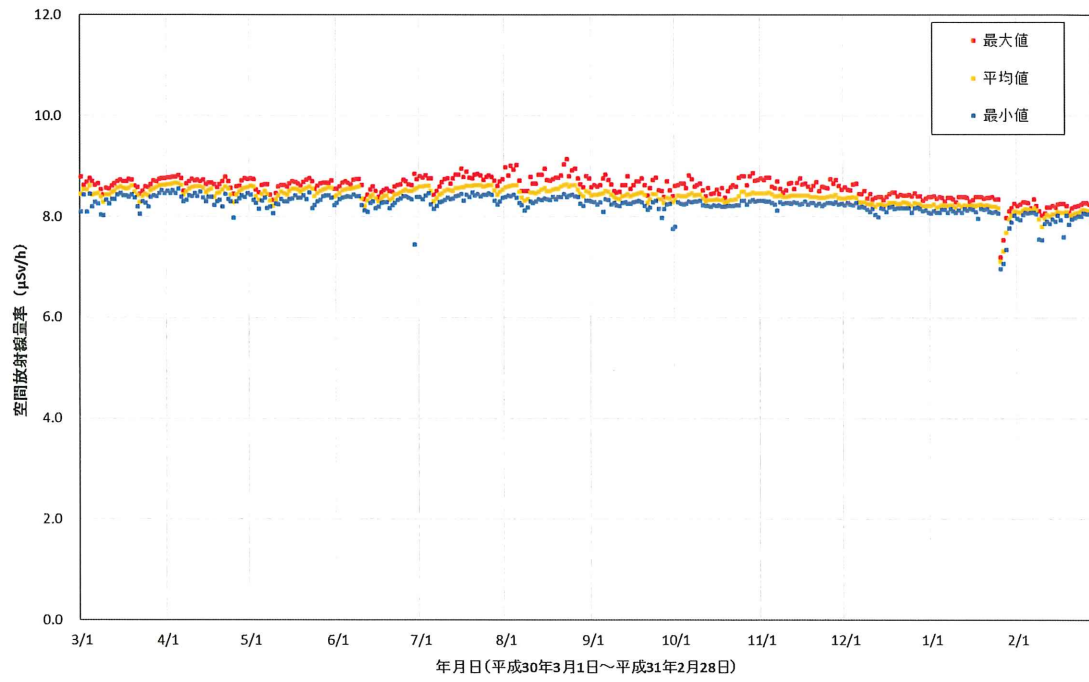


図 2-9-2(29) 各地点のトレンドグラフ

No.60 小丸多目的集会所



No.61 津島活性化センター

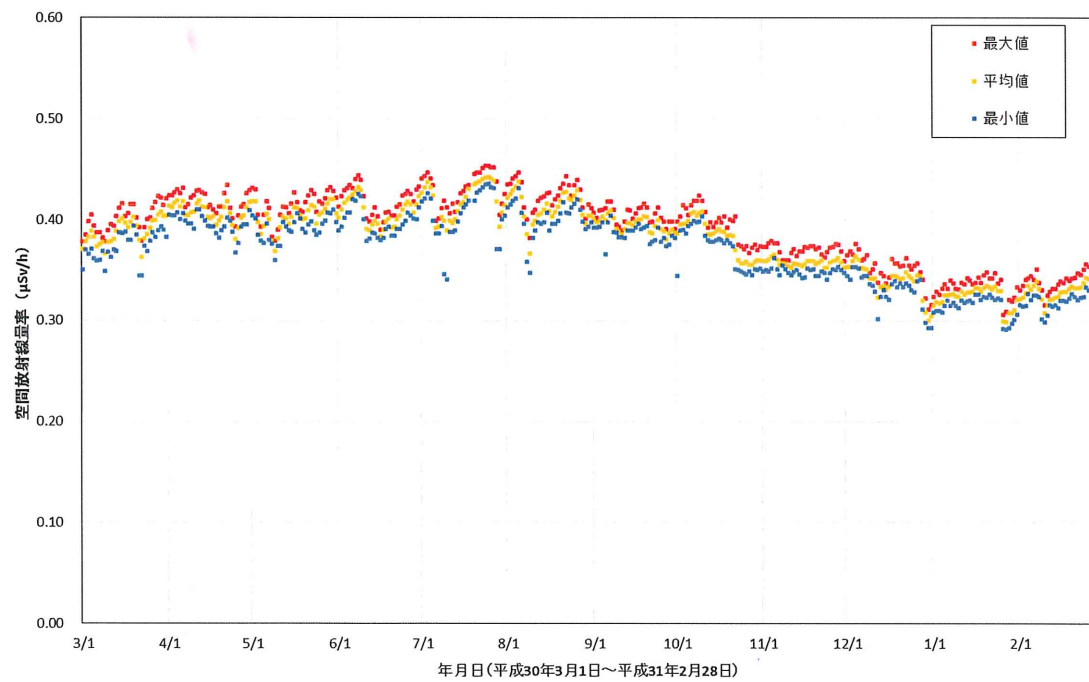
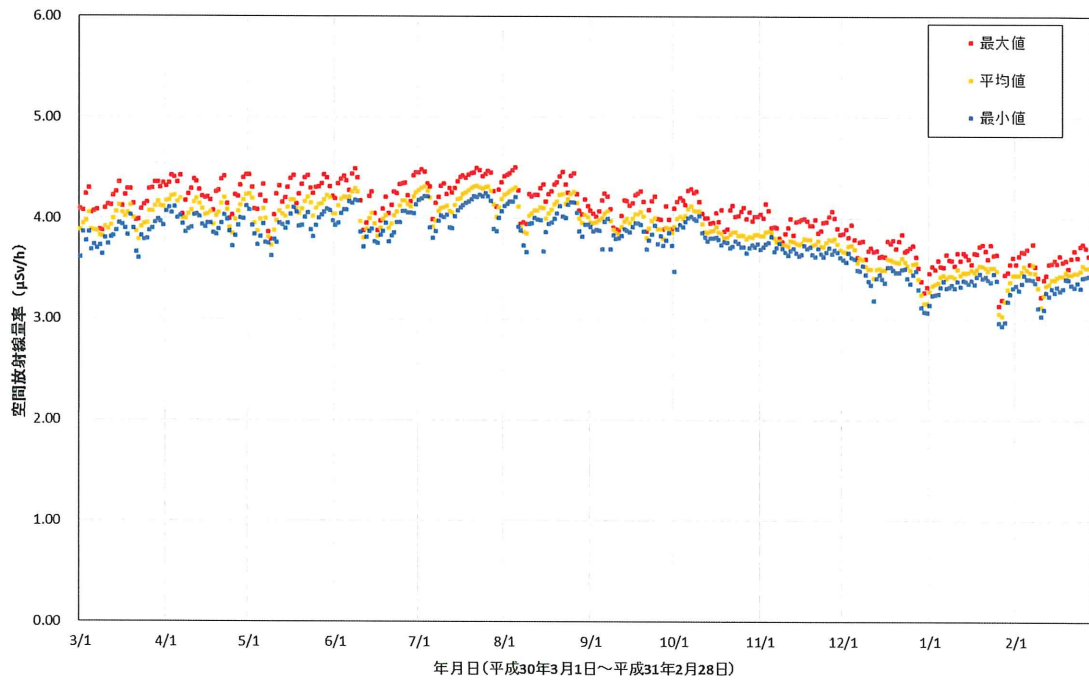


図 2-9-2(30) 各地点のトレンドグラフ

No.62 屋曾根屯所



No.63 賀老集会所

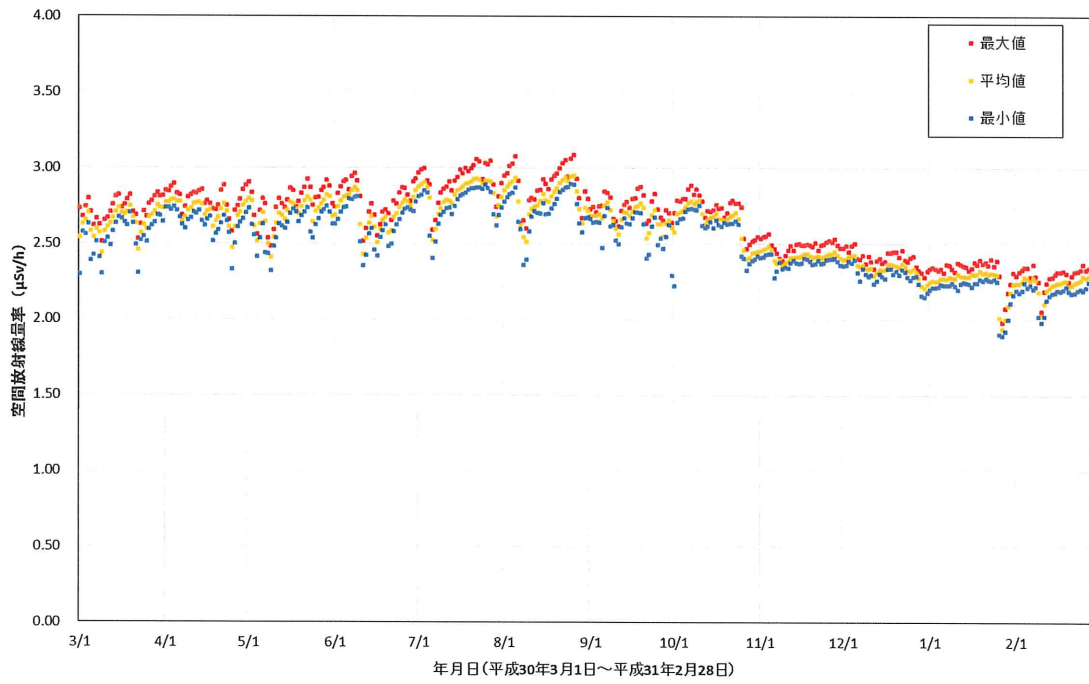
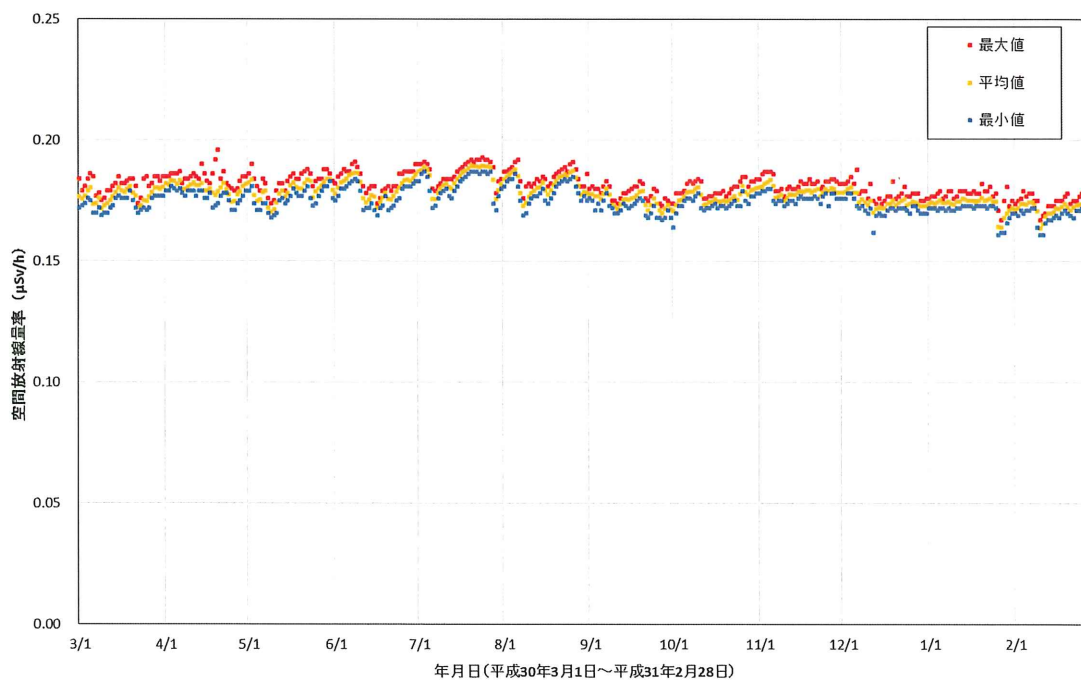


図 2-9-2(31) 各地点のトレンドグラフ

No.64 大放婦人ホーム



No.65 葛尾村役場

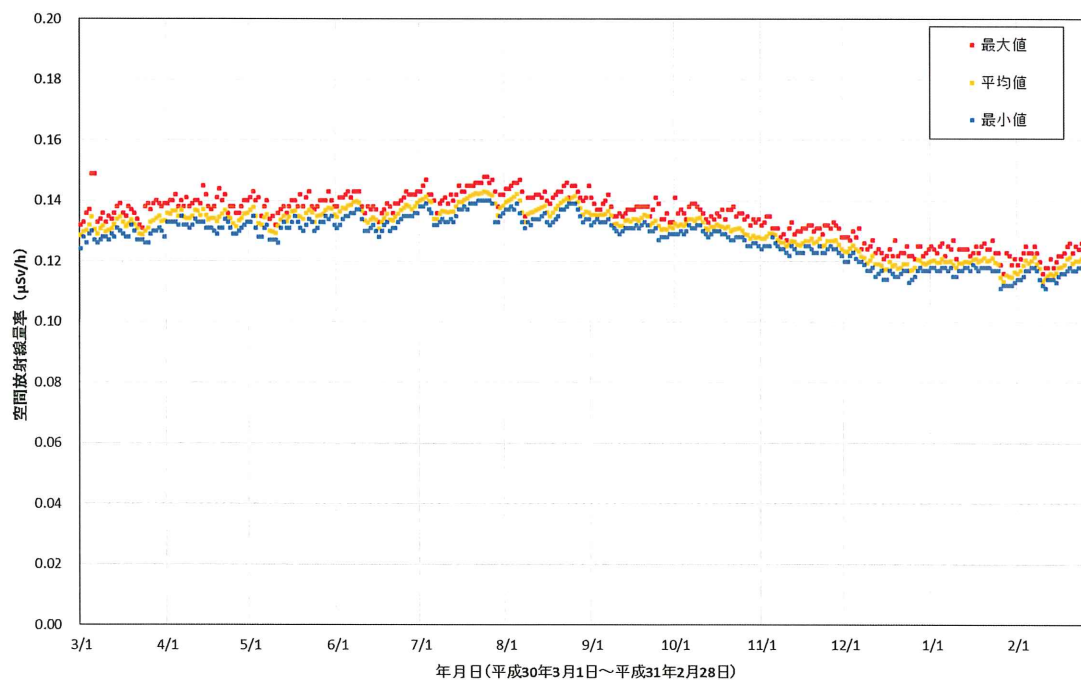
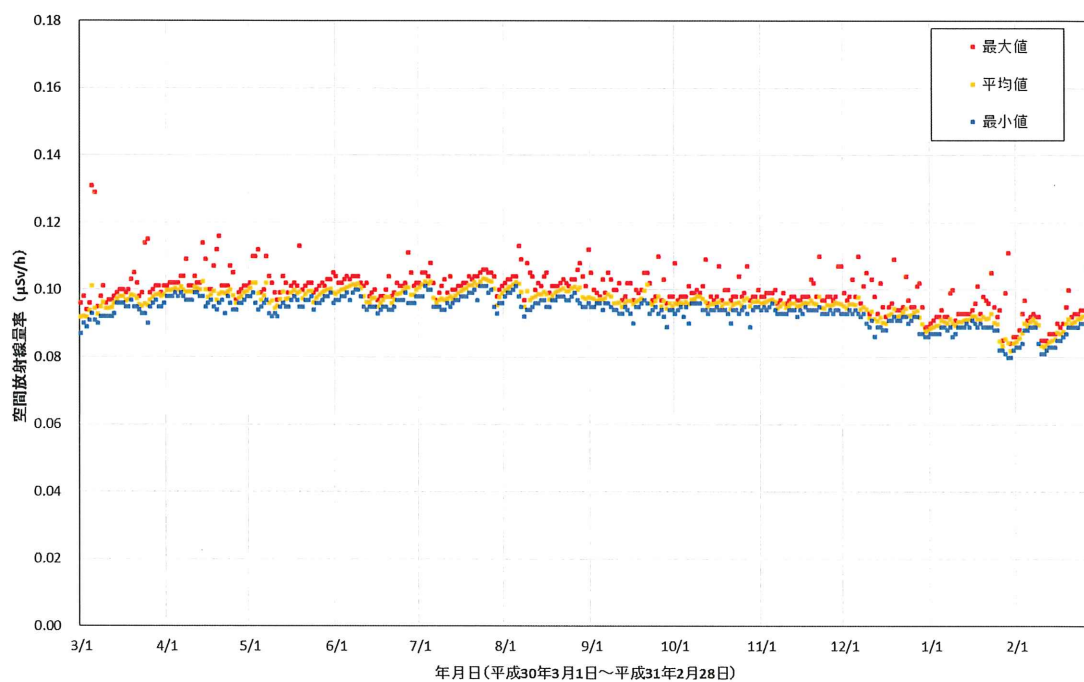


図 2-9-2(32) 各地点のトレンドグラフ

No.66 下葛尾集会所



No.67 上野川多目的集会所

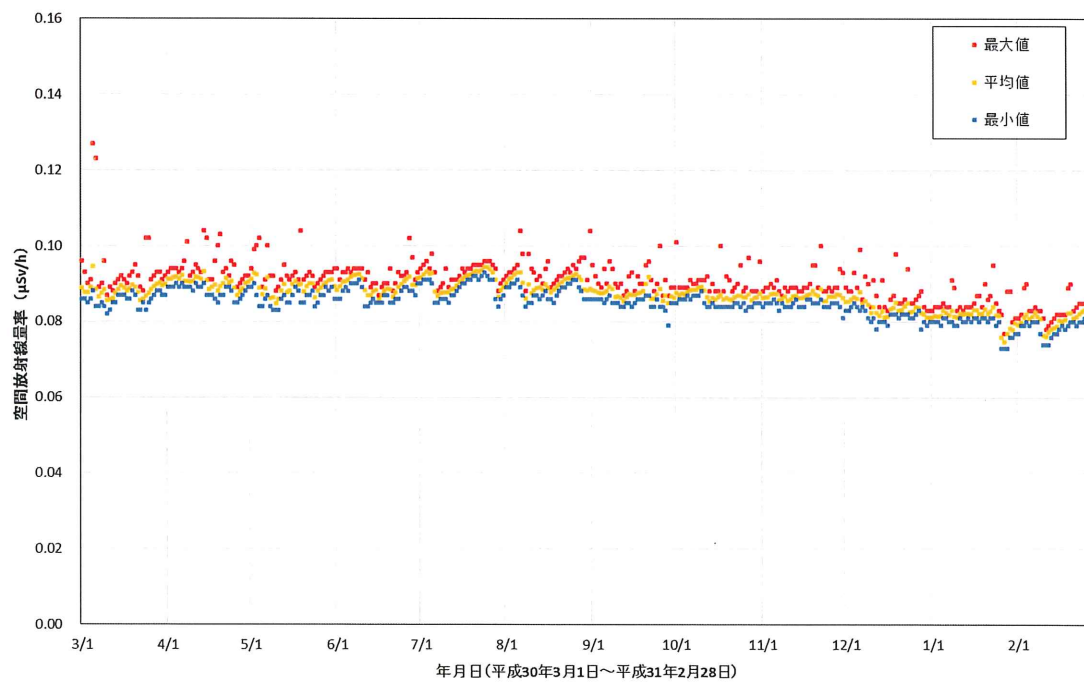
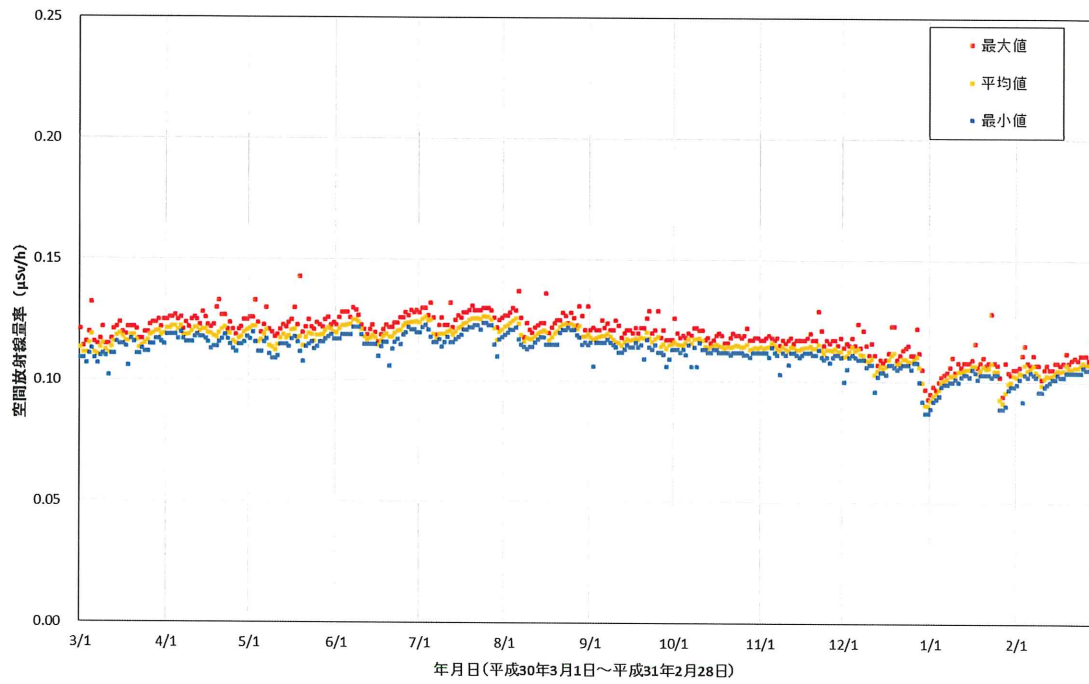


図 2-9-2(33) 各地点のトレンドグラフ

No.68 上飯樋地区集会所



No.69 飯樋小学校

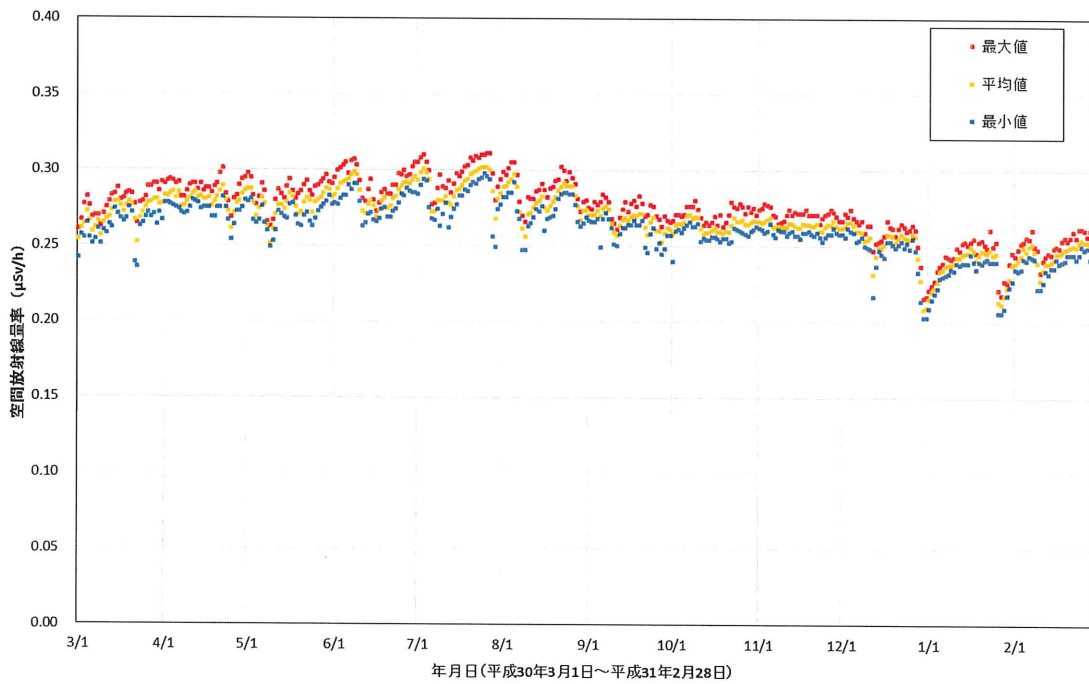
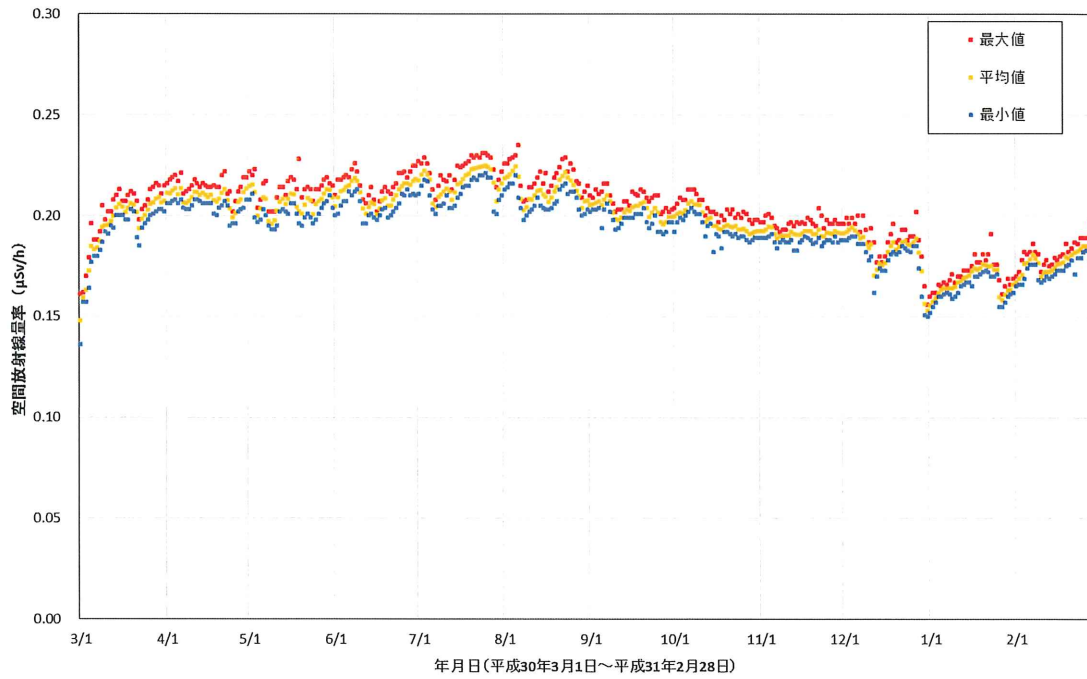


図 2-9-2(34) 各地点のトレンドグラフ

No.70 白石小学校



No.71 大倉体育館

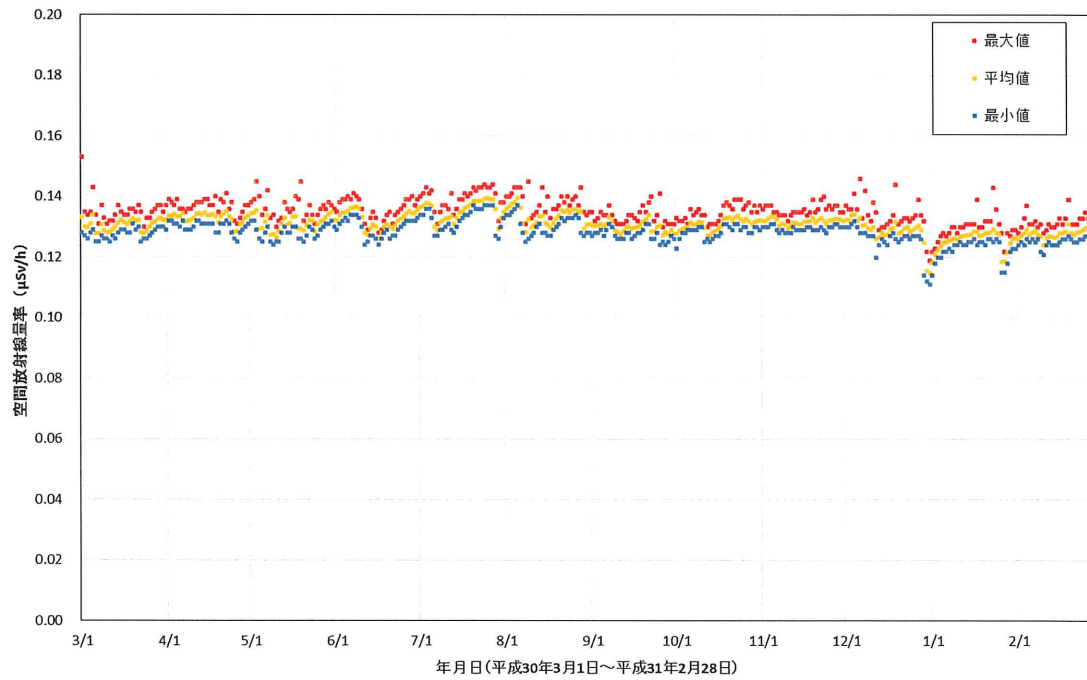
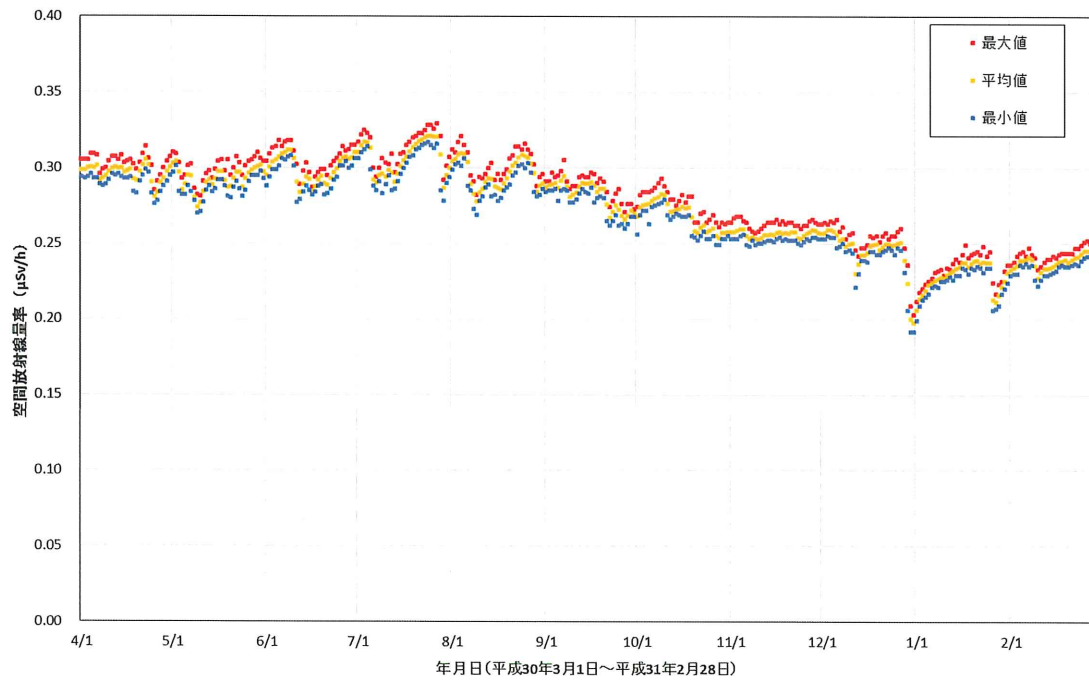
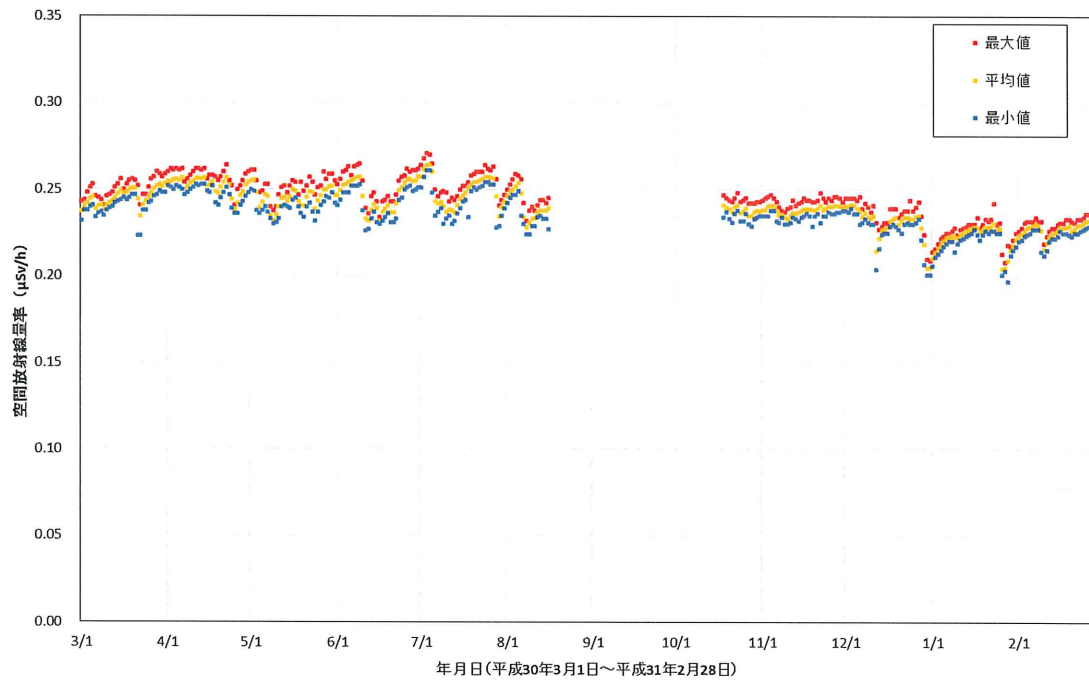


図 2-9-2(35) 各地点のトレンドグラフ

No.72 草野小学校



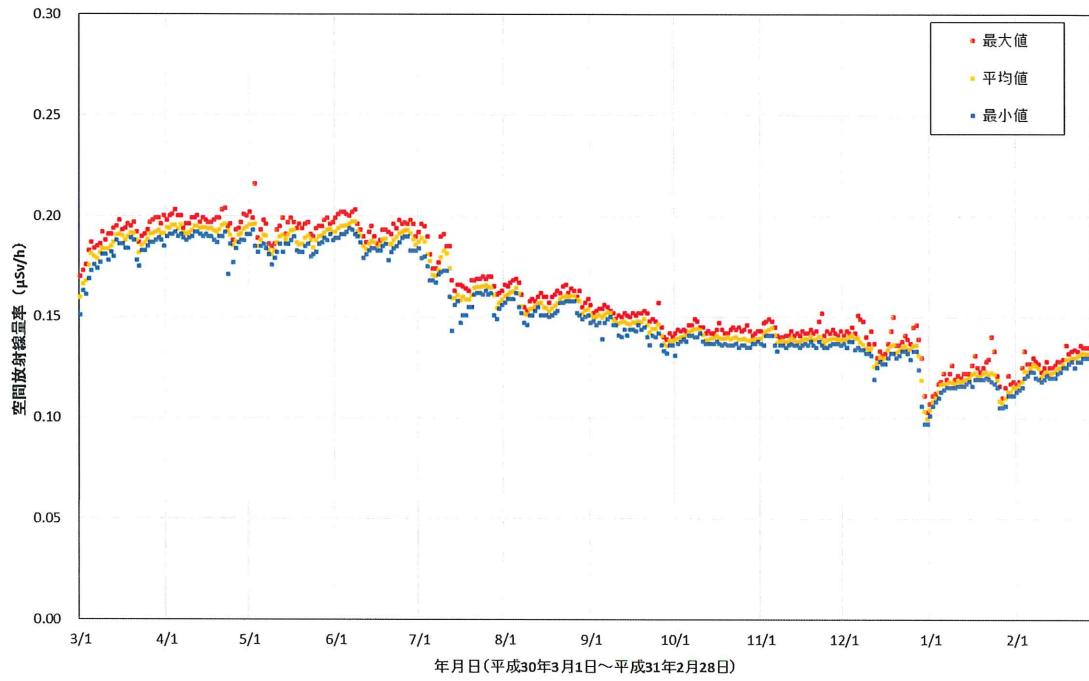
No.73 小宮コミュニティセンター



8/17～10/17 は測定器故障のため欠測

図 2-9-2(36) 各地点のトレンドグラフ

No.74 佐須公民館



No.75 前乗集会所

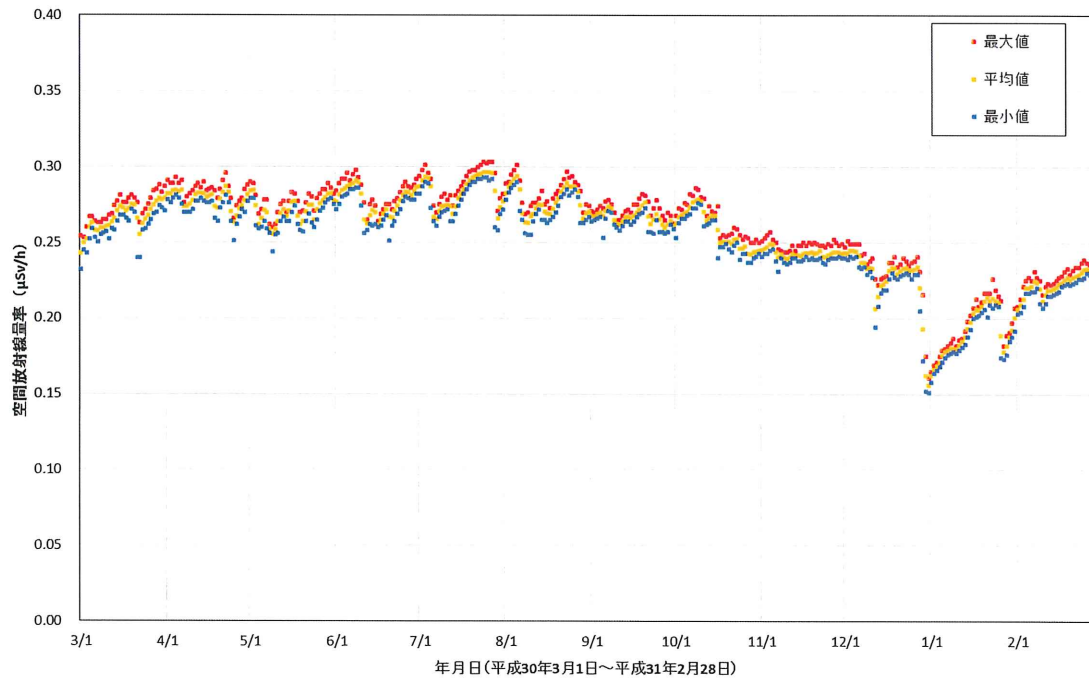
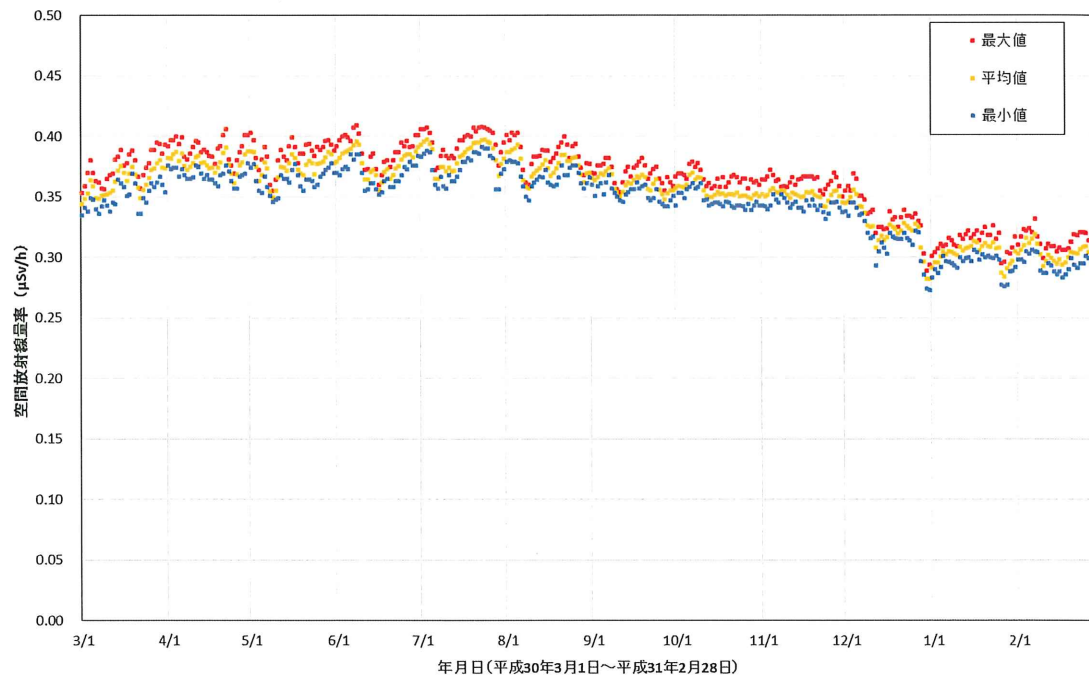


図 2-9-2(37) 各地点のトレンドグラフ

No.76 長泥コミュニティーセンター



No.77 比叢公民館

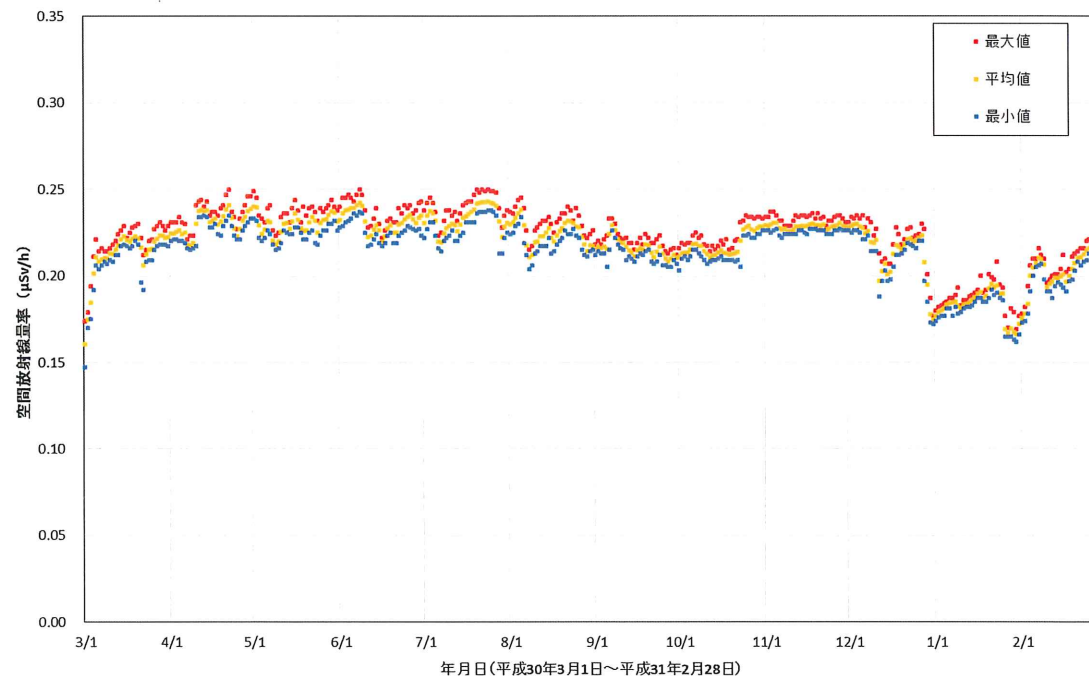
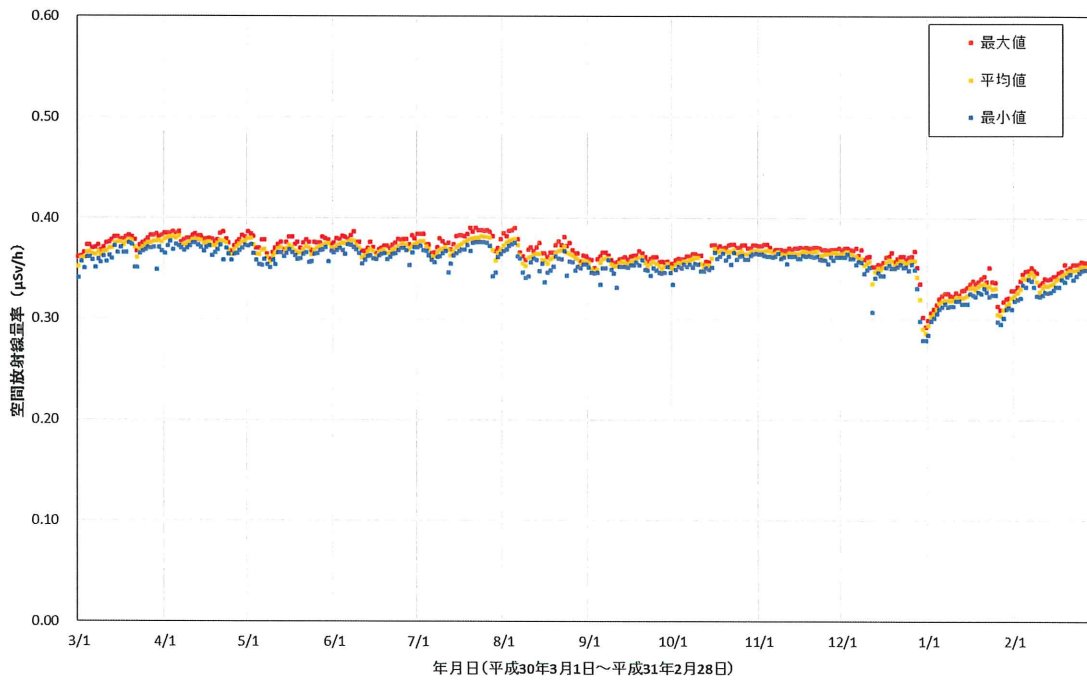


図 2-9-2(38) 各地点のトレンドグラフ

No.78 前田公民館



No.79 八木沢芦原多目的集会所

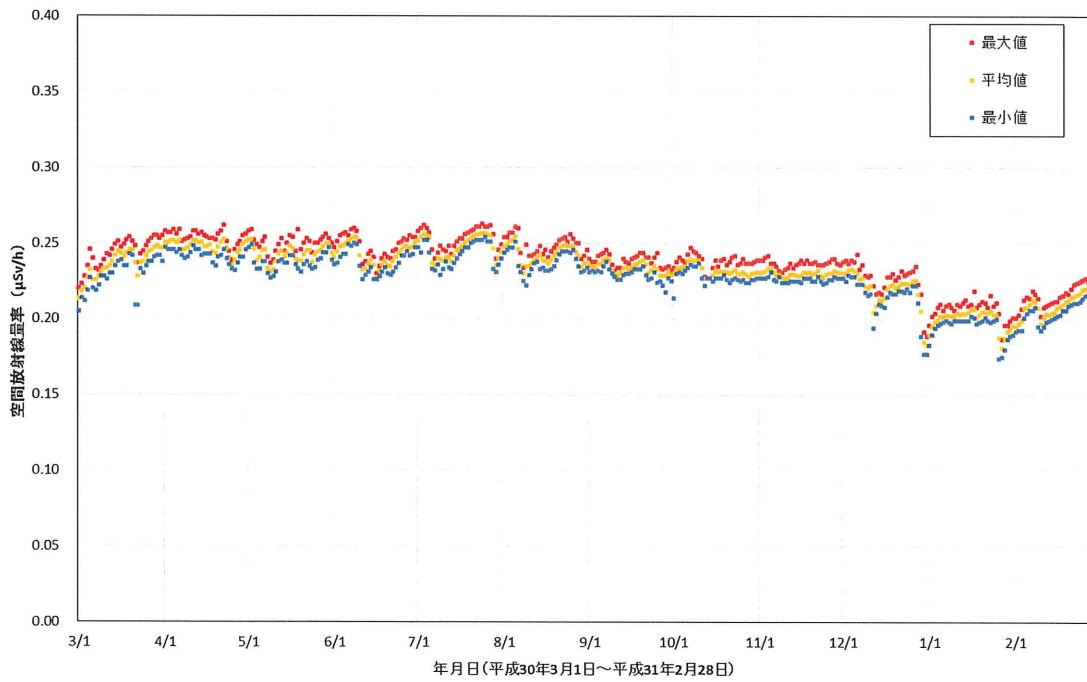


図 2-9-2(39) 各地点のトレンドグラフ

No.80 蕨平公民館

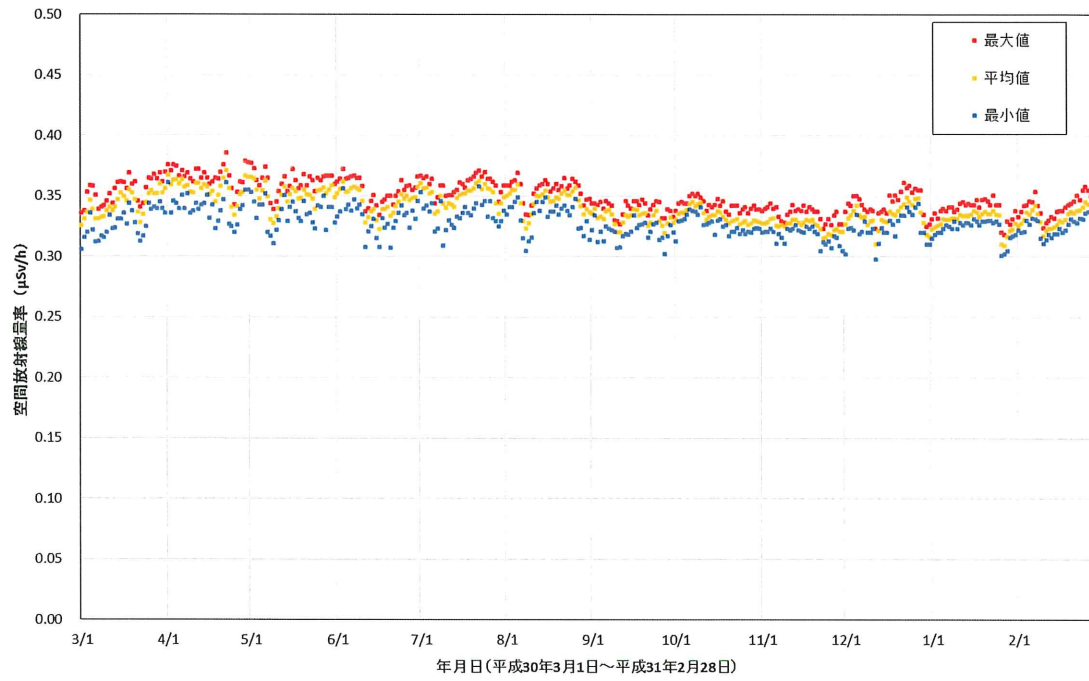


図 2-9-2(40) 各地点のトレンドグラフ

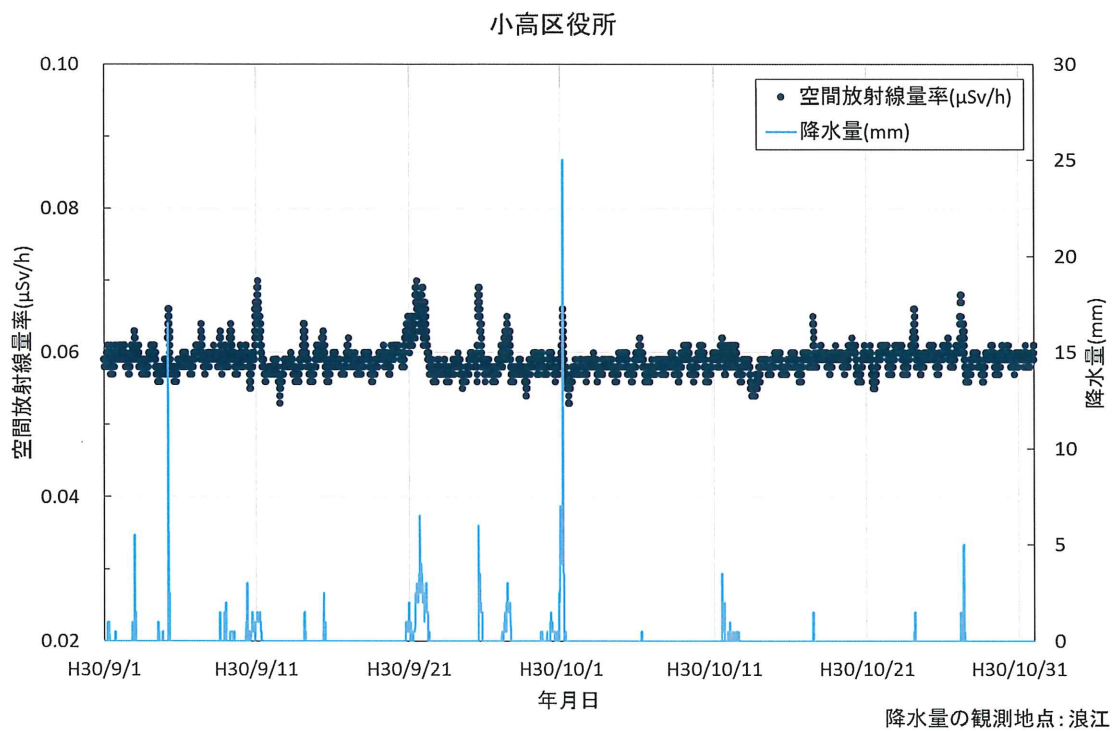


図 2-9-3 降雨による空間放射線量率上昇の例
(小高区役所 (南相馬市))

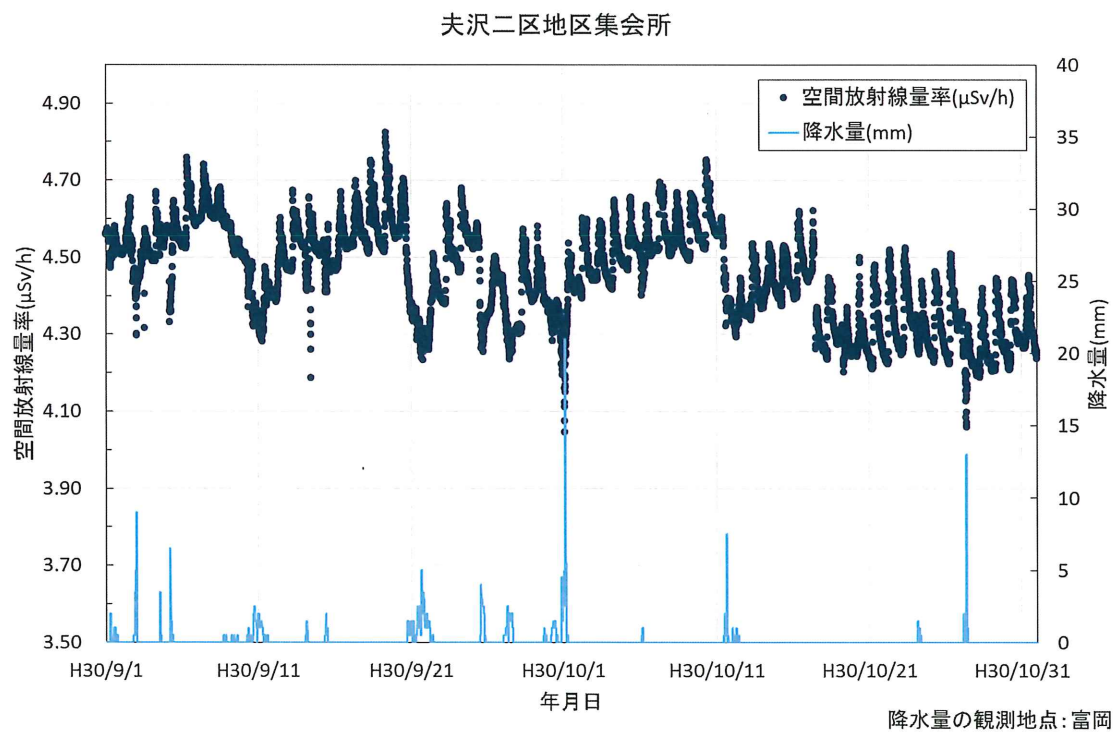


図 2-9-4 降雨による空間放射線量率下降の例
(夫沢二区地区集会所 (大熊町))

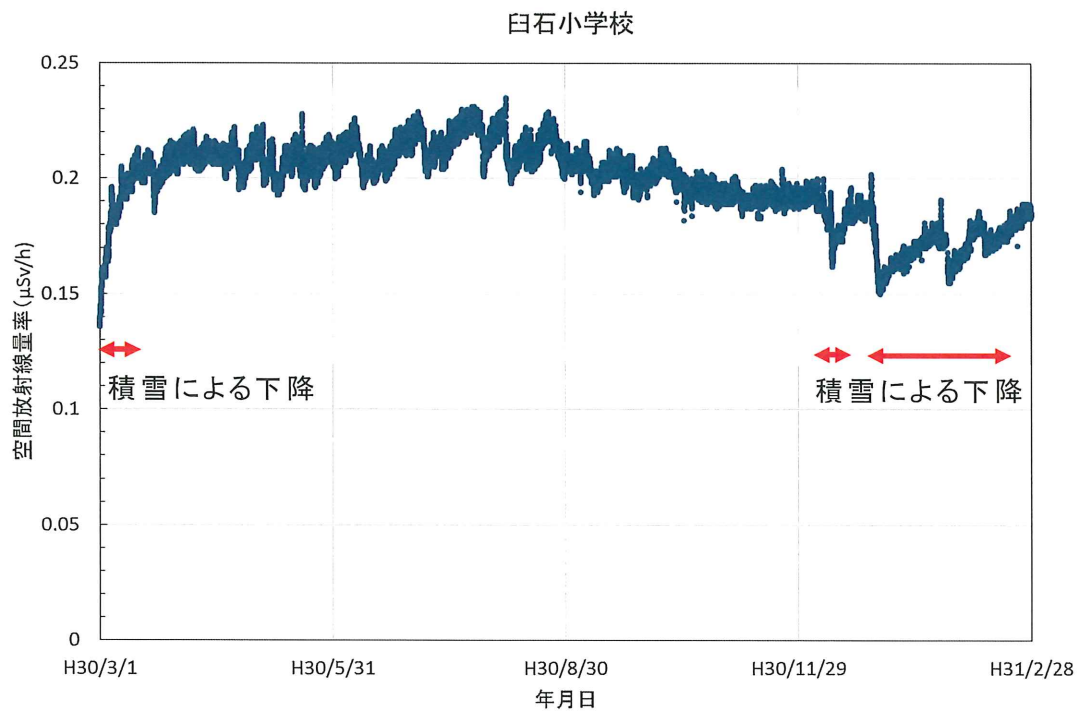


図 2-9-5(1) 積雪による空間放射線量率下降の例
(白石小学校 (飯舘村))



図 2-9-5(2) 積雪による空間放射線量率下降時の様子
(白石小学校：平成 30 年 12 月 28 日撮影)

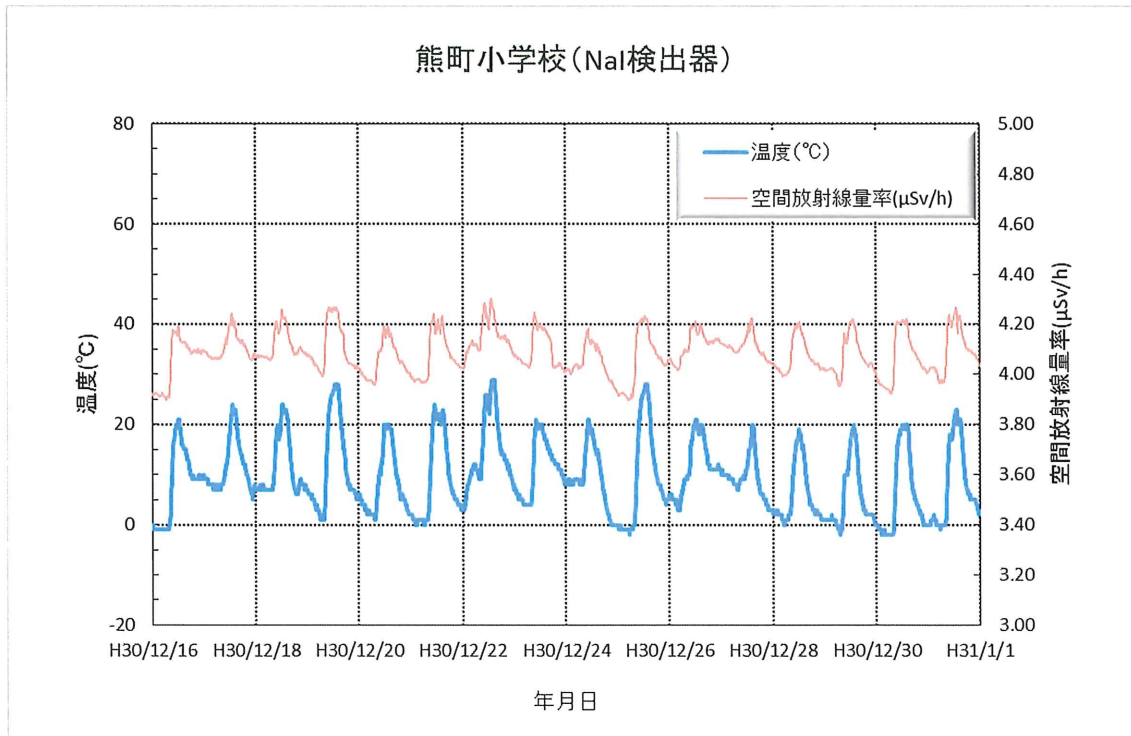


図 2-9-6 温度依存性による空間放射線量率の変動の例
(熊町小学校 (大熊町)) (NaI 検出器)

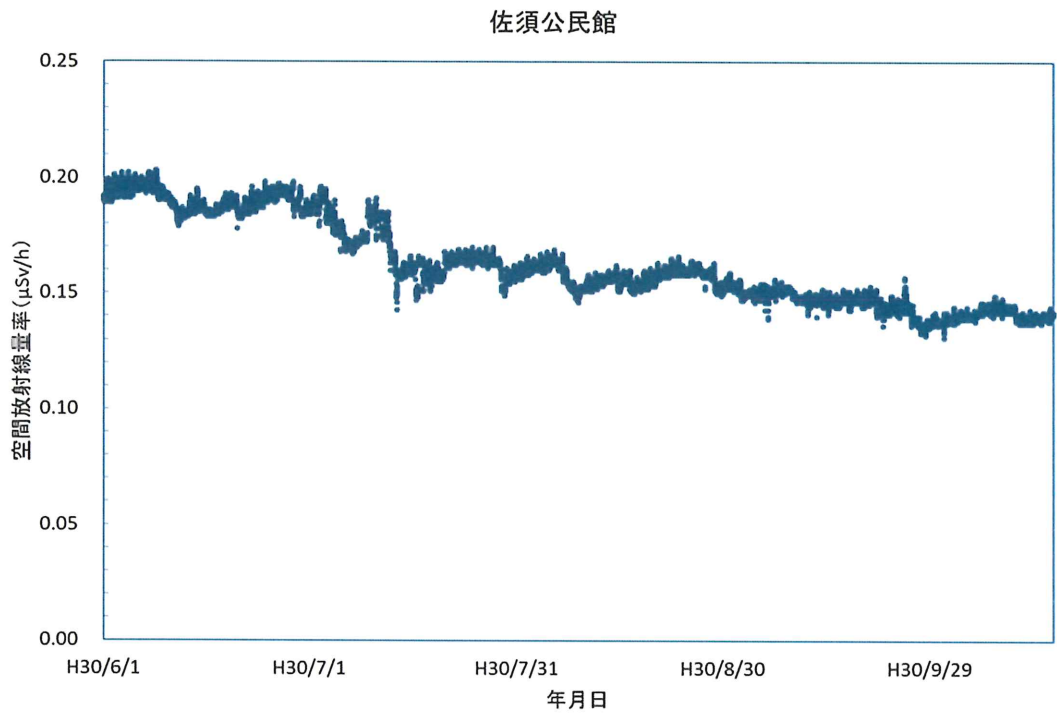


図 2-9-7(1) 周辺環境の変化による空間放射線量率の変動の例
(佐須公民館 (飯舘村))

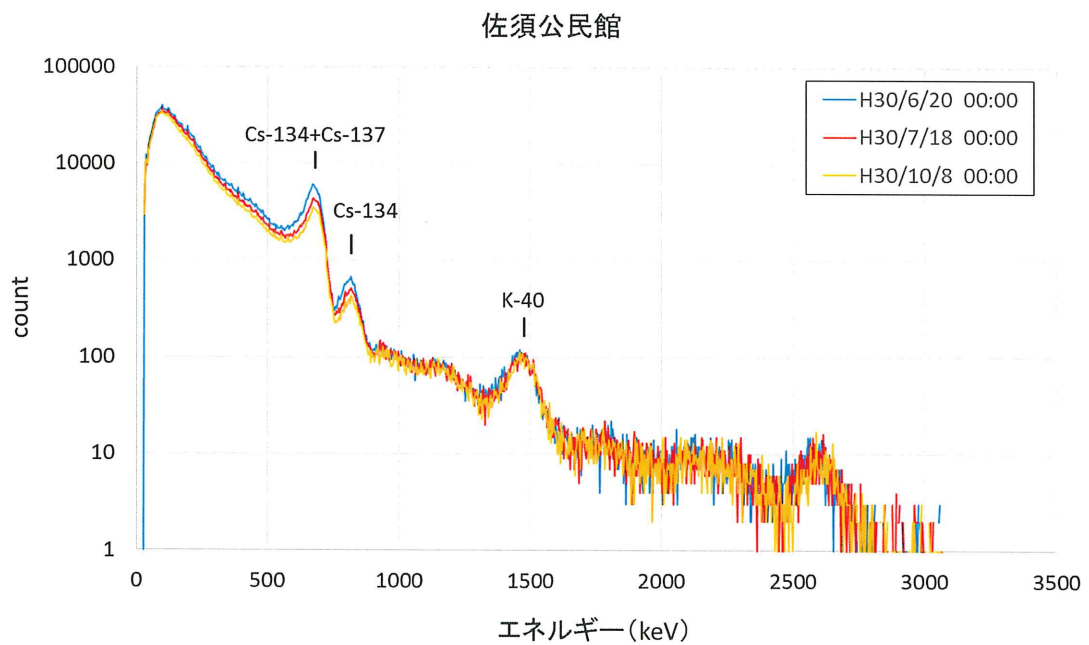


図 2-9-7(2) 周辺環境の変化によるエネルギー分布比較の例
(佐須公民館 (飯舘村))



図 2-9-7(3) 空間放射線量率変動時の周辺環境の変化(1)
(佐須公民館：平成 30 年 6 月 20 日撮影)



図 2-9-7(4) 空間放射線量率変動時の周辺環境の変化(2)
(佐須公民館：平成 30 年 7 月 18 日撮影)



図 2-9-7(5) 空間放射線量率変動時の周辺環境の変化(3)
(佐須公民館：平成 30 年 8 月 27 日撮影)



図 2-9-7(6) 空間放射線量率変動時の周辺環境の変化(4)
(佐須公民館：平成 30 年 10 月 9 日撮影)