

平成31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

2020年3月

公益財団法人 日本分析センター

本報告書は、原子力規制委員会 原子力規制庁の平成31年度原子力施設等防災対策等委託費事業における委託業務として、公益財団法人 日本分析センターが実施した平成31年度「環境放射能水準調査（放射能分析）」の成果を取りまとめたものである。



## 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	26
2.4 ストロンチウム 90 分析	34
2.5 プルトニウム分析	50
2.6 ヨウ素 129 分析	60
2.7 炭素 14 分析	70
2.8 クリプトン 85 分析	73
2.9 放射性キセノン分析	80
2.10 福島県下における空間線量の調査	84
3. 分析法及び妥当性の確認	145
3.1 全ベータ放射能測定	145
3.2 ガンマ線放出核種の測定	146
3.3 トリチウム分析	148
3.4 ストロンチウム 90 分析	150
3.5 プルトニウム分析	155
3.6 ヨウ素 129 分析	156
3.7 炭素 14 分析	159
3.8 クリプトン 85 分析	161
3.9 放射性キセノン分析	174
3.10 福島県下における空間線量の調査	177
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	186
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)	186
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)	186
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)	187

5. 環境放射能水準調査検討委員会	225
5.1 委員会構成	225
5.2 委員会開催日と議題	226
5.3 メール会合開催日と議題	227
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	229
7. 精度管理の強化	230

## 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、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、採取器に付着した塵埃を集め、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、 $\gamma$ 線放出核種を測定した。さらに、大気試料中の $\gamma$ 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 $\gamma$ 線放出核種を測定した。また、分析センターが購入した粉乳についても、ガンマ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  $^{90}\text{Sr}$  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  $^{90}\text{Sr}$  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、 $^{90}\text{Sr}$  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 2018 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  $^{238}\text{Pu}$ 、 $^{239+240}\text{Pu}$  を分析、ICP 質量分析装置により  $^{239}\text{Pu}$ 、 $^{240}\text{Pu}$  を分析、液体シンチレーションカウンターにより  $^{241}\text{Pu}$  を分析した。なお、プルトニウム濃度が高い試料は  $^{241}\text{Am}$  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  $^{238}\text{Pu}$ 、 $^{239+240}\text{Pu}$  を分析、ICP 質量分析装置により  $^{239}\text{Pu}$ 、 $^{240}\text{Pu}$  を分析した。

#### ⑥ ヨウ素 129 分析

ヨウ素 129 は半減期が  $1.57 \times 10^7$  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  $^{129}\text{I}$  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  $^{129}\text{I}$  分析を実施した。

#### 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  $^{14}\text{C}$  比放射能を測定した。

#### ⑧ クリプトン 85 分析

クリプトン 85 は半減期が 10.76 年の放射性希ガスであり、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）が最大であるため、外部被ばくの要因となりえる。青森県の大型再処理施設が本格的に稼働すると、クリプトン 85 が大気中に放出されることになるため、継続的に大気中のクリプトン 85 濃度を把握する必要がある。

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  $^{85}\text{Kr}$  を分離し、ベータ線測定装置により測定した。

#### ⑨ 放射性キセノン分析

放射性キセノンは化学的に不活性な気体であり、 $^{131\text{m}}\text{Xe}$ （半減期 11.96 日）、 $^{133}\text{Xe}$ （半減期 5.244 日）、 $^{133\text{m}}\text{Xe}$ （半減期 2.198 日）及び  $^{135}\text{Xe}$ （半減期 9.143 時間）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漏れ出してくるおそれがあるため、その変動を把握することは重要である。

千葉市に設置した希ガス自動観測装置により大気中キセノンを捕集・分離・精製し、 $^{131\text{m}}\text{Xe}$ 、 $^{133}\text{Xe}$ 、 $^{133\text{m}}\text{Xe}$  及び  $^{135}\text{Xe}$  を測定した。

#### ⑩ 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環境場測定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、2011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。

本調査では、学識経験者等による委員会を1回、メール会合を2回開催して、分析・測定結果等についての技術的検討及び評価を行った。

## 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<sup>-</sup>: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

2019 年 3 月から 2020 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 2014 年度から 2018 年度までの結果と併せて表 2-1-1 に示す。

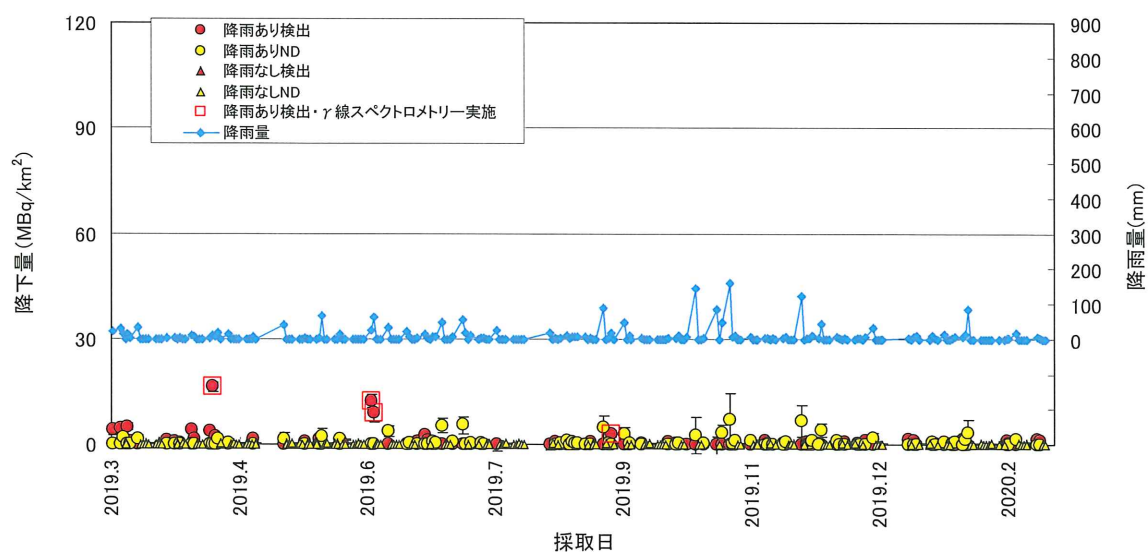


図 2-1-1 2019 年度の定時降水の全ベータ放射能測定結果

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 <sup>2</sup> ) 降雨あり
2019年度	2019.3~2020.2	102	44	ND~1.5	ND~16
2018年度	2018.3~2019.2	87	41	ND~1.3	ND~13
2017年度	2017.3~2018.2	74	31	ND~1.4	ND~28
2016年度	2016.3~2017.2	90	28	ND~0.92	ND~33
2015年度	2015.3~2016.2	90	28	ND~1.4	ND~11
2014年度	2014.3~2015.2	92	35	ND~1.1	ND~14

2019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~1.5Bq/L、降下量がND~16MBq/km<sup>2</sup>であり、過去5年間の調査結果とほぼ同程度であった。

なお、2019年4月9日に採取した定時降水の測定結果 1.5±0.12Bq/L については、過去5年の放射能濃度の最大値を超えたものの、計数の統計変動を考慮すれば、2015年度及び2017年度に観測された1.4Bq/Lと同程度であると考えられる。

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、2019年度の「降雨なし」の試料は、ND~1.2MBq/km<sup>2</sup>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2011年度に81%まで上昇したが、2019年度は26%であった。



## 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 3000m<sup>3</sup>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 5000cm<sup>2</sup>) 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 160000 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 <sup>7</sup>Be、<sup>134</sup>Cs 及び <sup>137</sup>Cs の分析結果 (平均値、最小値及び最大値) を 2014 年度から 2018 年度までの結果と併せて表 2-2-1 に示す。

降下物中の <sup>7</sup>Be、<sup>134</sup>Cs 及び <sup>137</sup>Cs の分析結果 (平均値、最小値及び最大値) を 2014 年度から 2018 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/m<sup>3</sup>

核種	平均値、 最小値、最大値	2014～2018 年度	2019 年度分析分
<sup>7</sup> Be	平均値	3.6	4.2
	最小値～最大値	1.3 ～ 5.8	1.7 ～ 6.7
<sup>134</sup> Cs	平均値	0.0029	0.0020
	最小値～最大値	ND(-0.0057) ～ 0.019	ND(-0.0027 ～ 0.0061)
<sup>137</sup> Cs	平均値	0.010	0.0043
	最小値～最大値	ND(0.0016) ～ 0.040	ND(0.00016) ～ 0.0098

表 2-2-2 過去の調査結果との比較（降下物）

単位：MBq/km<sup>2</sup>

核種	平均値、 最小値、最大値	2014～2018 年度	2019 年度分析分
<sup>7</sup> Be	平均値	100	130
	最小値～最大値	25 ～ 330	45 ～ 300
<sup>134</sup> Cs	平均値	0.45	0.051
	最小値～最大値	ND(0.022) ～ 2.5	ND(0.020) ～ 0.10
<sup>137</sup> Cs	平均値	1.7	0.60
	最小値～最大値	0.29 ～ 6.1	0.34 ～ 1.3

2019年度における大気浮遊じん中の<sup>7</sup>Be濃度は1.7～6.7mBq/m<sup>3</sup>、<sup>134</sup>Cs濃度はND(-0.0027～0.0061mBq/m<sup>3</sup>)、<sup>137</sup>Cs濃度はND(0.00016)～0.0098mBq/m<sup>3</sup>であった。<sup>7</sup>Be濃度については、過去5年間（2014年度から2018年度まで）の調査結果の変動（1.3～5.8mBq/m<sup>3</sup>）の範囲と同程度であり、夏季に低くなる傾向が見られた。大気浮遊じん中の<sup>134</sup>Cs及び<sup>137</sup>Csについては、2011年3月以前の5年間（2006年2月～2011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、<sup>137</sup>Csに比べて半減期が短い<sup>134</sup>Cs（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。

2019年度における降下物中の<sup>7</sup>Be降下量は45～300MBq/km<sup>2</sup>、<sup>134</sup>Cs降下量はND(0.020)～0.10MBq/km<sup>2</sup>、<sup>137</sup>Cs降下量は0.34～1.3MBq/km<sup>2</sup>であった。<sup>7</sup>Be降下量については、過去5年間（2014年度から2018年度まで）の調査結果の変動（25～330MBq/km<sup>2</sup>）の範囲内であった。

降下物中の<sup>134</sup>Cs及び<sup>137</sup>Csについては、2011年3月以前の5年間（2006年2月～2011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、2019年2月末時点で0.083、2020年1月末時点で0.062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0.062~0.15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 $^{134}\text{Cs}$ 及び $^{137}\text{Cs}$ は年々減少傾向を示している。

2011年度から2019年度までの大気浮遊じん中の $^7\text{Be}$ 、 $^{134}\text{Cs}$ 及び $^{137}\text{Cs}$ 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 $^7\text{Be}$ 、 $^{134}\text{Cs}$ 及び $^{137}\text{Cs}$ 降下量比較図を図2-2-4、図2-2-5及び図2-2-6に示す。

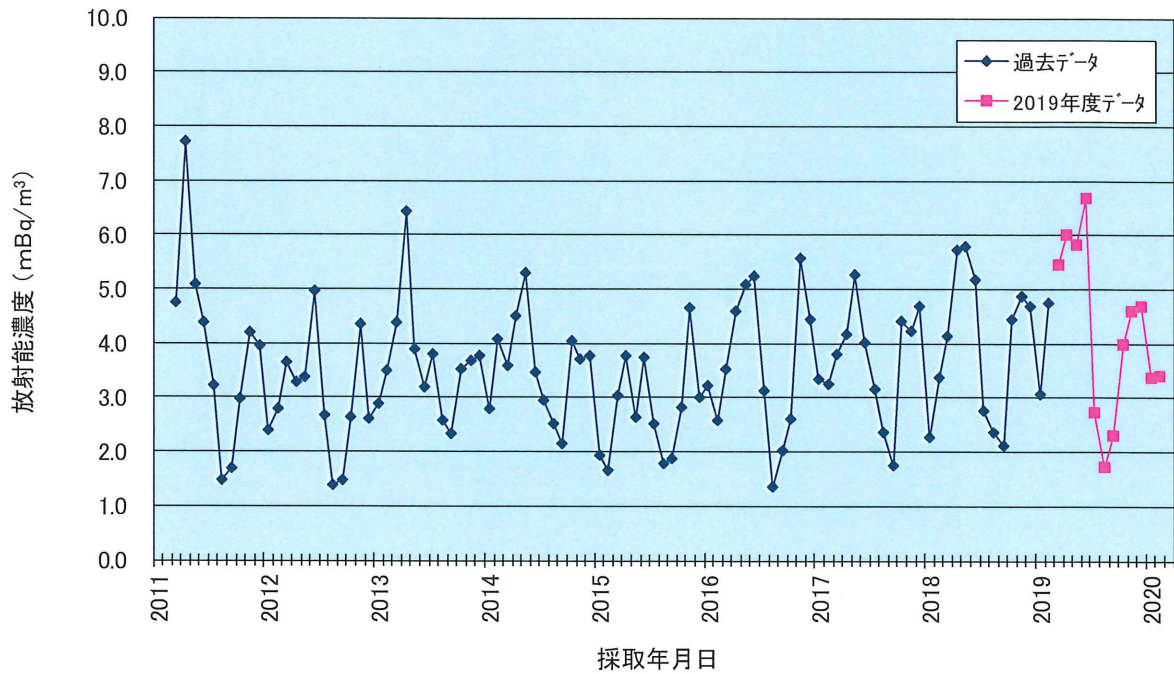


図2-2-1 大気浮遊じん中の<sup>7</sup>Be濃度

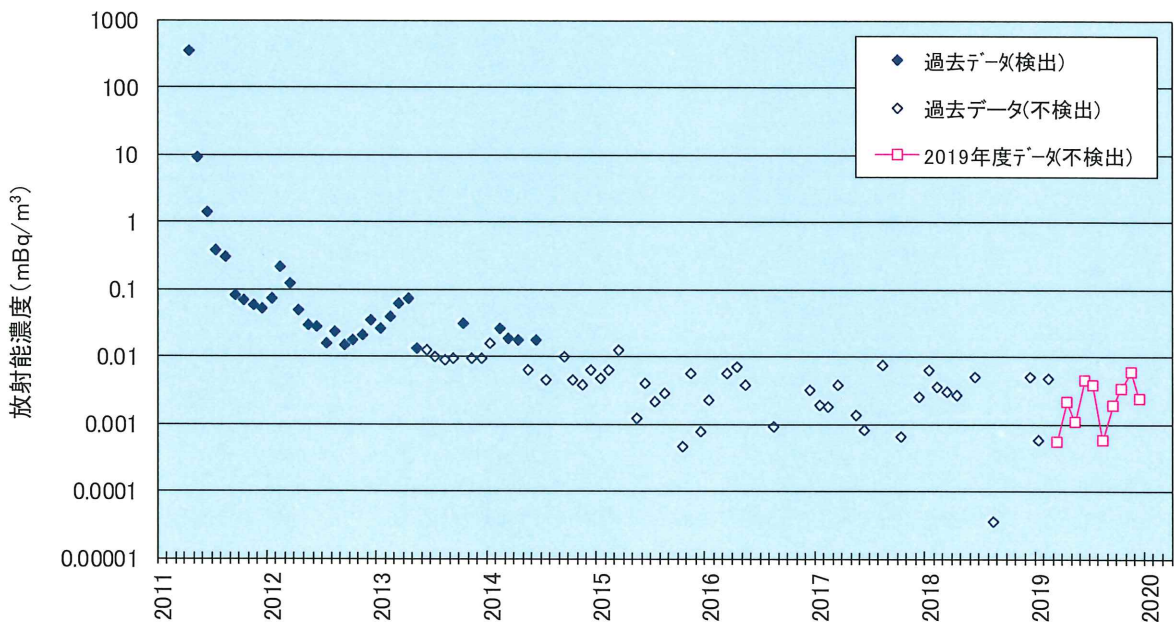


図2-2-2 大気浮遊じん中の<sup>134</sup>Cs濃度

注) <sup>134</sup>Cs 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

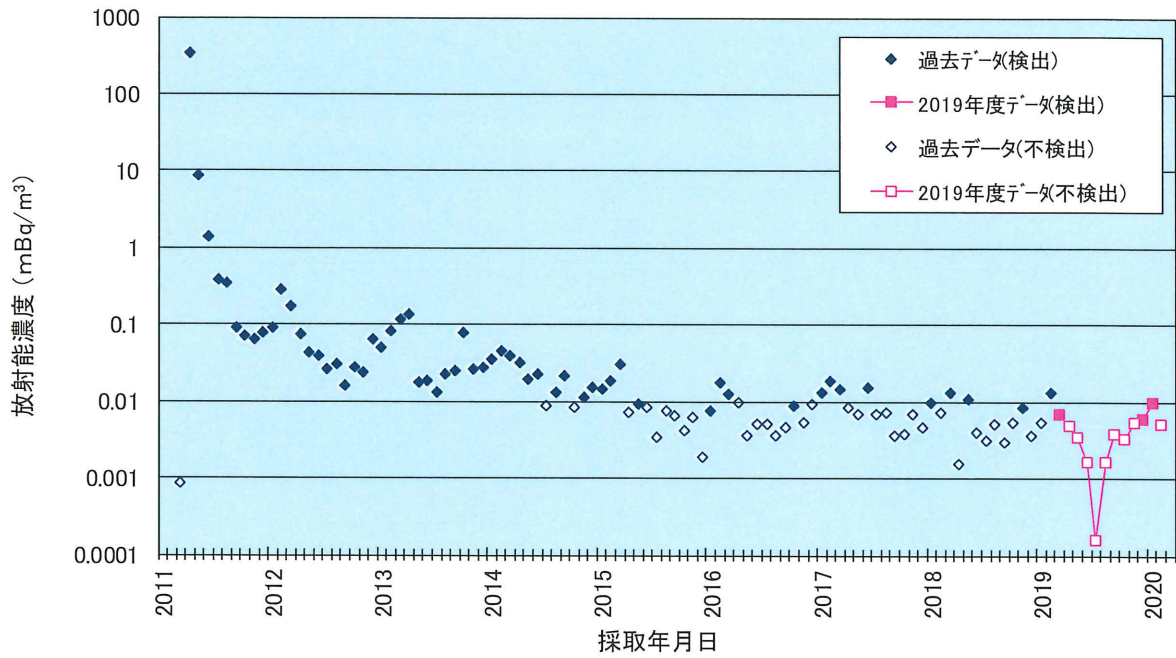


図2-2-3 大気浮遊じん中の<sup>137</sup>Cs濃度

注) <sup>137</sup>Cs 濃度の結果は不検出のものを含む

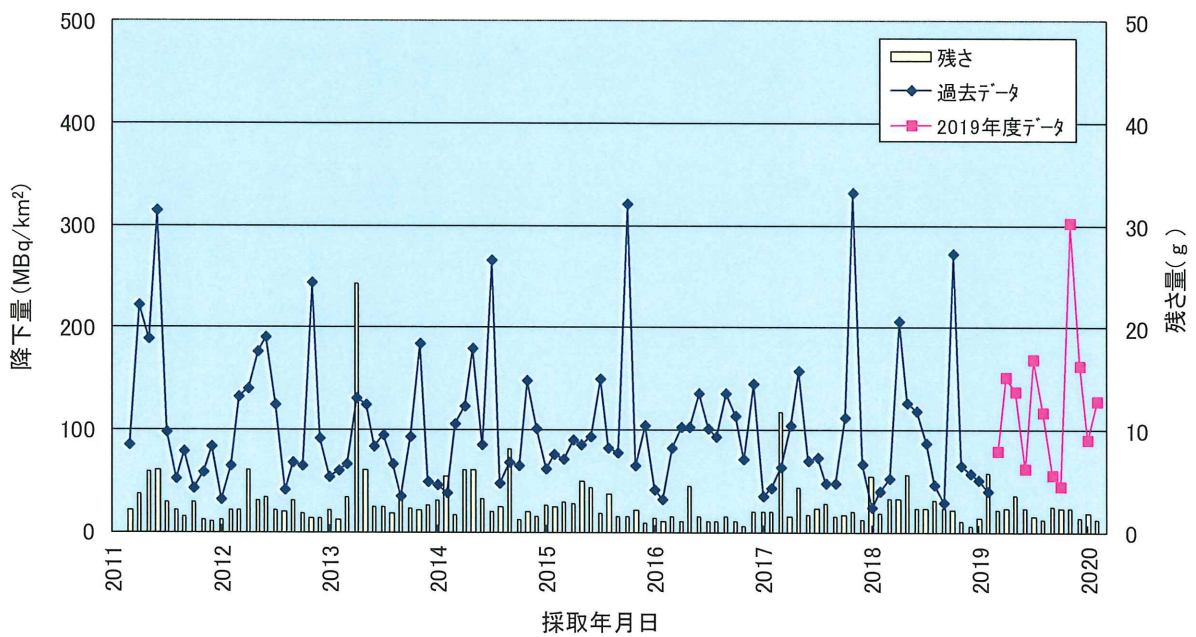


図2-2-4 降下物中の<sup>7</sup>Be降下量



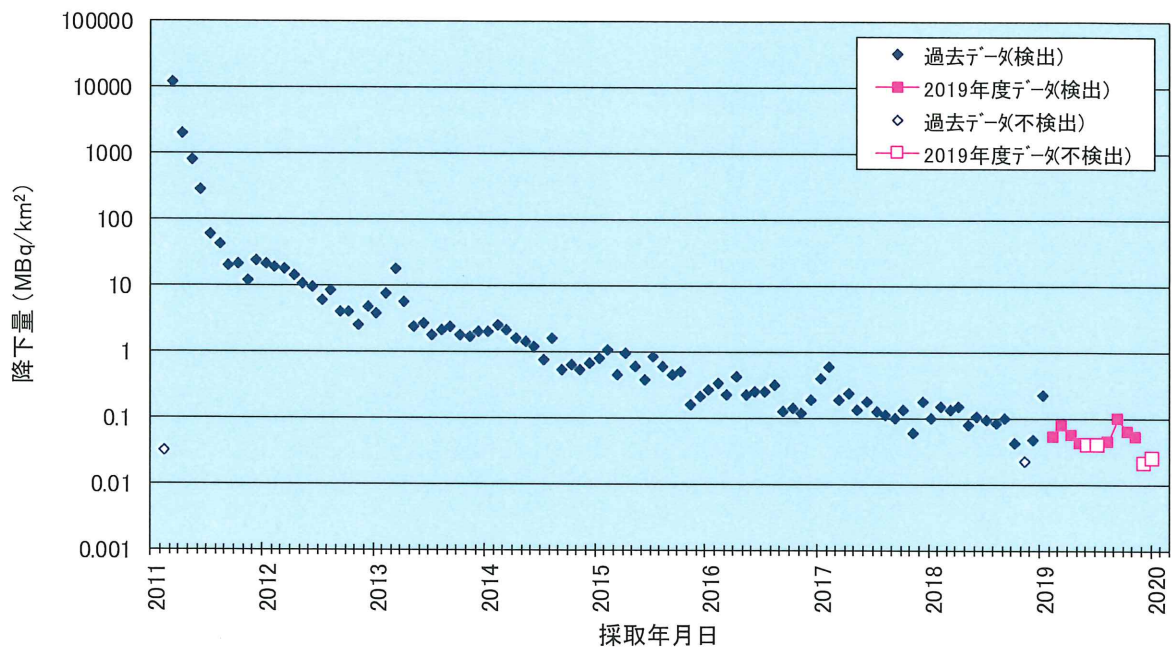


図2-2-5 降下物中の<sup>134</sup>Cs降下量

注) <sup>134</sup>Cs 濃度の結果は不検出のものを含む

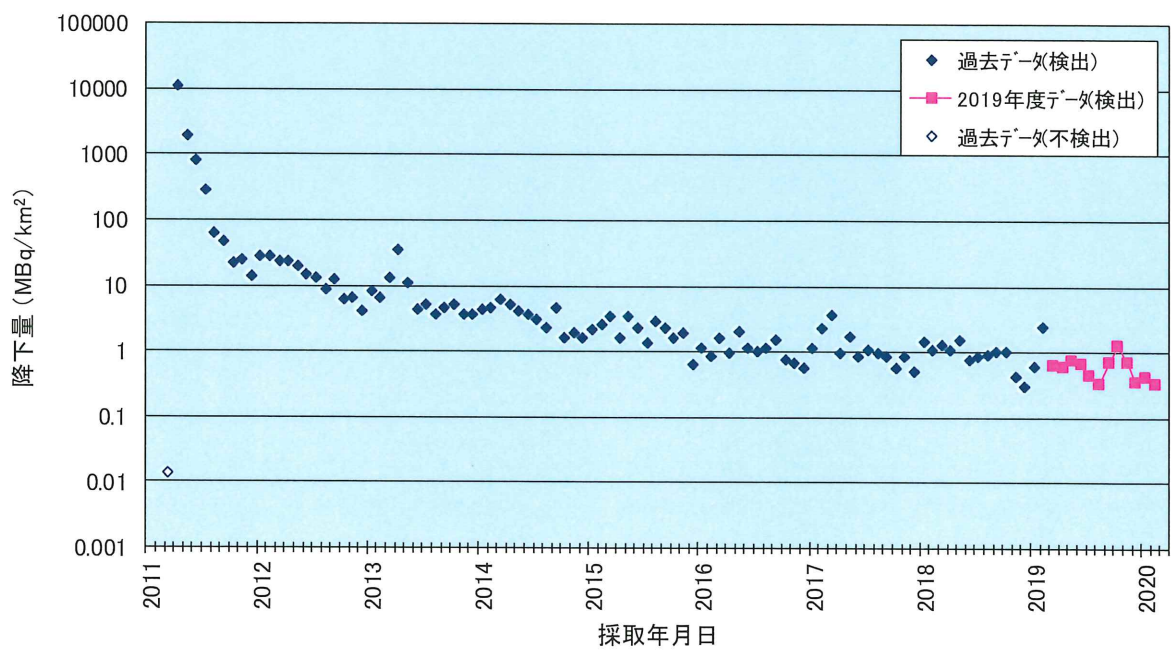


図2-2-6 降下物中の<sup>137</sup>Cs降下量

注) <sup>137</sup>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 ( $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{134}\text{Cs}$ ) 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、超低レベル放射能の分析・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 (570 mm × 460 mm) を装着して、680 m<sup>3</sup>/h の流量で約 3.5 日間の約 57,000 m<sup>3</sup> の大気を連続吸引し、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) で成型して、プラスチック製測定容器 (U8) に入れ測定試料とした。

なお、 $^{134}\text{Cs}$  (半減期 2.065 年) の減衰により徐々に不検出となる試料が増えたため、2017 年 4 月 10 日採取分よりろ紙を 2 枚 (約 7 日間の大気) 重ねて成型し、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 測定試料成型用のプレス機

### (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、 $^{222}\text{Rn}$ 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70,000秒間以上(2019年4月8日採取分より160,000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 $^7\text{Be}$ 、 $^{134}\text{Cs}$ 及び $^{137}\text{Cs}$ 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:  $\text{mBq}/\text{m}^3$

核種	平均値*、 最小値、最大値	2016～2018年度	2019年度 (2019年1月28日～2020年2月3日)
$^7\text{Be}$	平均値 最小値～最大値	4.4 0.72 ～ 11	4.8 1.1 ～ 9.8
$^{134}\text{Cs}$	平均値 最小値～最大値	0.0013 ND ～ 0.0057	0.00047 ND ～ 0.00085
$^{137}\text{Cs}$	平均値 最小値～最大値	0.0064 0.0018 ～ 0.040	0.0041 0.0015 ～ 0.012

\* 検出された値のみを用いて平均値を算出した。

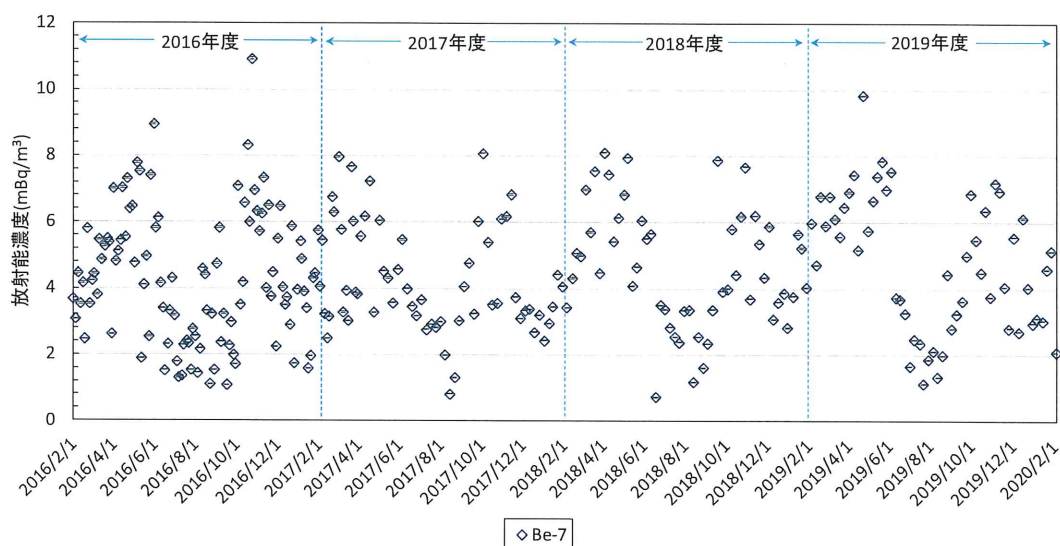


図2-2-10 大気浮遊じん中の $^7\text{Be}$ 濃度



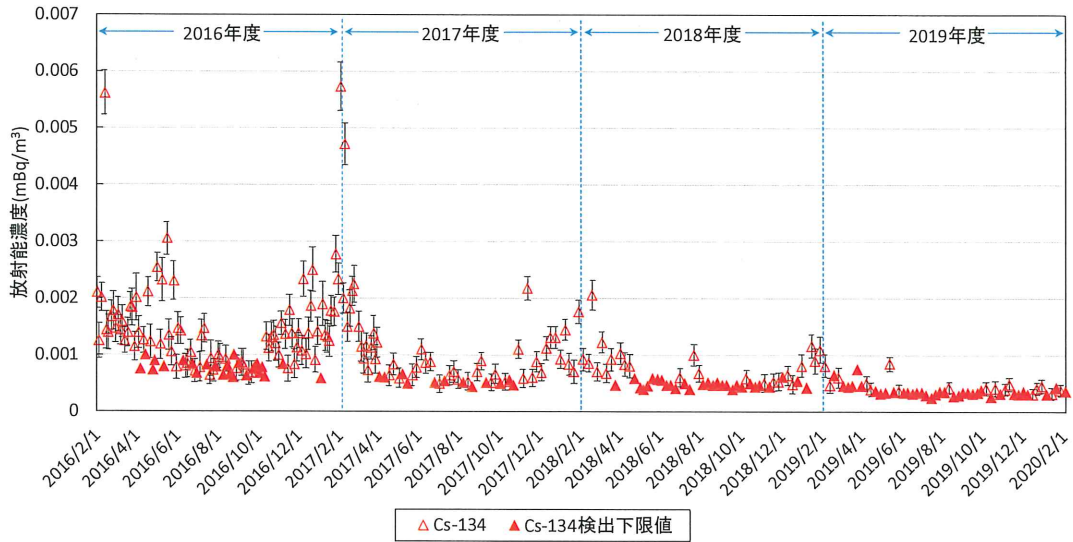


図 2-2-11 大気浮遊じん中の<sup>134</sup>Cs 濃度

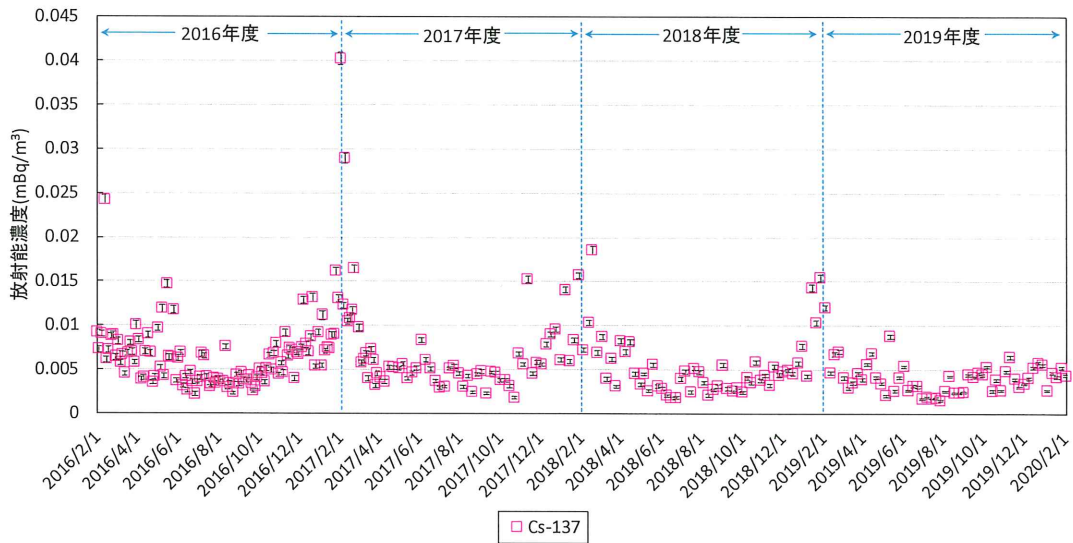


図 2-2-12 大気浮遊じん中の<sup>137</sup>Cs 濃度

大容量エアサンプラによる大気浮遊じん中の<sup>7</sup>Be 濃度は、1.1～9.8 mBq/m<sup>3</sup>、<sup>134</sup>Cs 濃度は ND～0.00085 mBq/m<sup>3</sup>、<sup>137</sup>Cs 濃度は 0.0015～0.012 mBq/m<sup>3</sup>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、ほぼ同濃度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・エアサンプラによる調査結果は、<sup>134</sup>Cs が 2014 年 6 月以降不検出、<sup>137</sup>Cs も 2019 年度の大半の試料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、<sup>134</sup>Cs が一部の試料から検出され、<sup>137</sup>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等により検出下限値が 10 分の 1 程度下がり、年々減少傾向を示して不検出となりつつあ

た  $^{134}\text{Cs}$  及び  $^{137}\text{Cs}$  を検出することが可能となった。

2019 年度も過去 3 年間の調査結果と同様に、冬季に高い  $^{134}\text{Cs}$  濃度及び  $^{137}\text{Cs}$  濃度が観測された。放射性 Cs 濃度が高くなった原因として、湿度が低く、風速が大きいことによる地表からの土壌粒子の舞い上がりについては既に報告しているが、更なる原因を究明するため、2016 年度～2019 年度までの調査結果を利用して、気象条件及び大気の輸送経路との関連について考察を行った。

放射性 Cs が通常より高濃度で観測される条件として、①東京電力福島第一原子力発電所事故（以下「原発事故」という。）の影響がある陸地を多く通る気塊が通過すること、②捕集される浮遊じん量が多いこと、③風速が大きい、湿度が低い等の舞い上がりが起こりやすい気象要因であることが挙げられる。これらを調べるため、気象条件及び大気の輸送経路について検討を行った。

2016～2018 年度の環境放射能水準調査において、大気浮遊じん、大気降下物、土壌を対象として  $^{134}\text{Cs}$  が検出された地域を図 2-2-13 に示す<sup>1)</sup>。

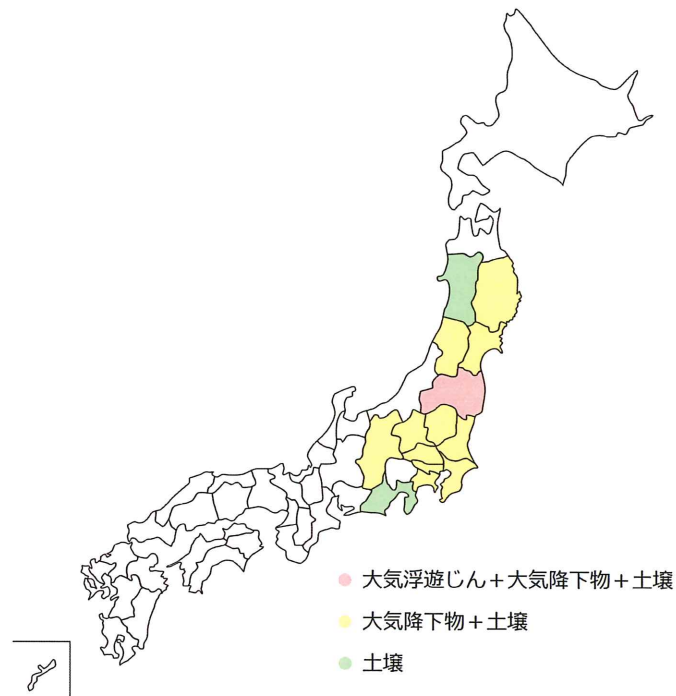


図 2-2-13 大気浮遊じん、大気降下物、土壌において  $^{134}\text{Cs}$  が検出された地域

$^{134}\text{Cs}$  の検出を目安とすると、原発事故の影響がある範囲は上記の地域に限定される。捕集された浮遊じんが、これらの地域を多く通過する輸送経路であれば放射性 Cs が高濃度で観測されることが推測される。土井 (2018) によれば、大気中放射性 Cs が高濃度で観測された事例（飯舘）について、前方流跡線解析結果から原発内のガレキ等障害物撤去に由来する粉塵が輸送されたことを推定した<sup>2)</sup>。本調査結果において、後方流跡線解析により放射性 Cs が高濃度となった事例について検討を行った。後方流跡線解析結果に

については後述する。

2016年度～2019年度における大気浮遊じんの1 m<sup>3</sup>当たりの浮遊じん量と、千葉市の平均風速、最多風向、平均湿度及び降水量の経時変化を図2-2-14に示す<sup>3)</sup>。



図2-2-14 浮遊じん量と千葉市の平均風速(A)、最多風向(B)、平均湿度(C)及び降水量(D)の経時変化

浮遊じん量は2016年5月6日採取分より秤量を実施している。浮遊じん量は冬季に多く、夏季に少ない傾向が見られた。

1 m<sup>3</sup>当たりの浮遊じん量と平均風速との関連性は見られなかったが、浮遊じん量と最



多風向を比較した結果、浮遊じん量が多い冬季は北寄りの風が多い傾向があることから、陸地を多く通る浮遊じんが捕集されていることが考えられた。また、浮遊じん量と平均湿度及び降水量を比較した結果、浮遊じん量が多い冬季は湿度が低く降水量が少ない傾向があることから、舞い上がりが起こりやすいことが考えられた。

放射性Cs濃度が高い期間において、浮遊じん量が多いのか、浮遊じん量あたりの放射性Cs濃度が高いのか調べるため、図2-2-12に浮遊じん量あたりの $^{137}\text{Cs}$ 濃度を重ね、図2-2-15に示す。

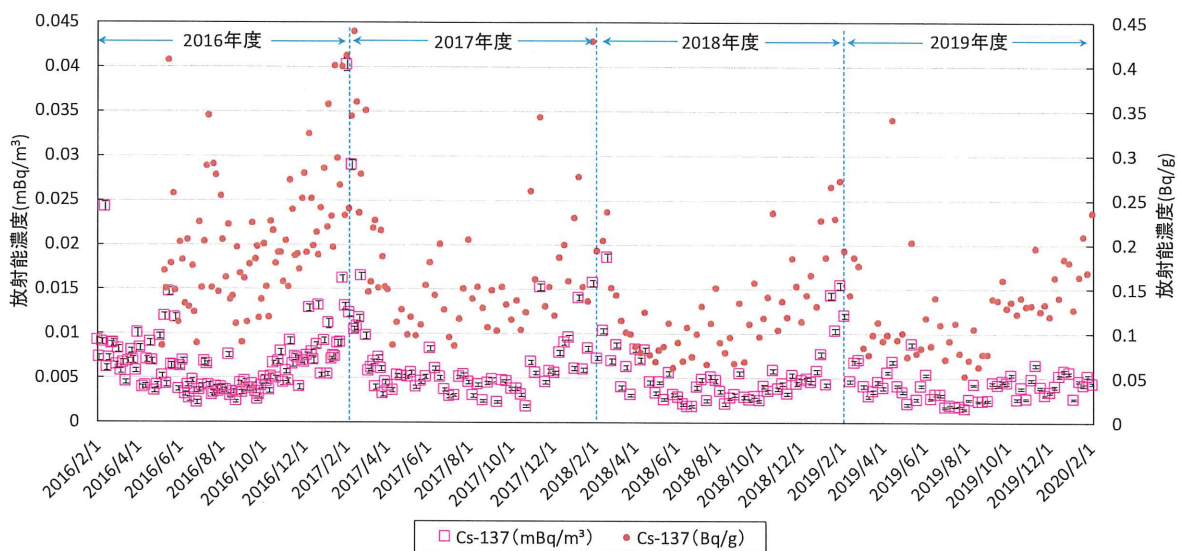


図2-2-15 浮遊じん量あたりの $^{137}\text{Cs}$ 濃度 (Bq/g) 及び大気採取量あたりの $^{137}\text{Cs}$ 濃度 (mBq/m<sup>3</sup>)

浮遊じん量あたりの $^{137}\text{Cs}$ 濃度と大気採取量あたりの $^{137}\text{Cs}$ 濃度には同様の傾向が見られることから、放射性Cs濃度が高い冬季は原発事故の影響がある陸地を多く通過する浮遊じんが捕集されていることが予想された。

2016年から2020年の浮遊じん量と $^{137}\text{Cs}$ 量の相関図を図2-2-16に示す。また、採取期間を季節ごとに4期間(春:3~5月、夏:6~8月、秋:9~11月、冬:12~2月)に分類した、各季節における相関図を図2-2-17に示す。なお、 $^{137}\text{Cs}$ の放射能は2020年2月3日に減衰補正した値である。

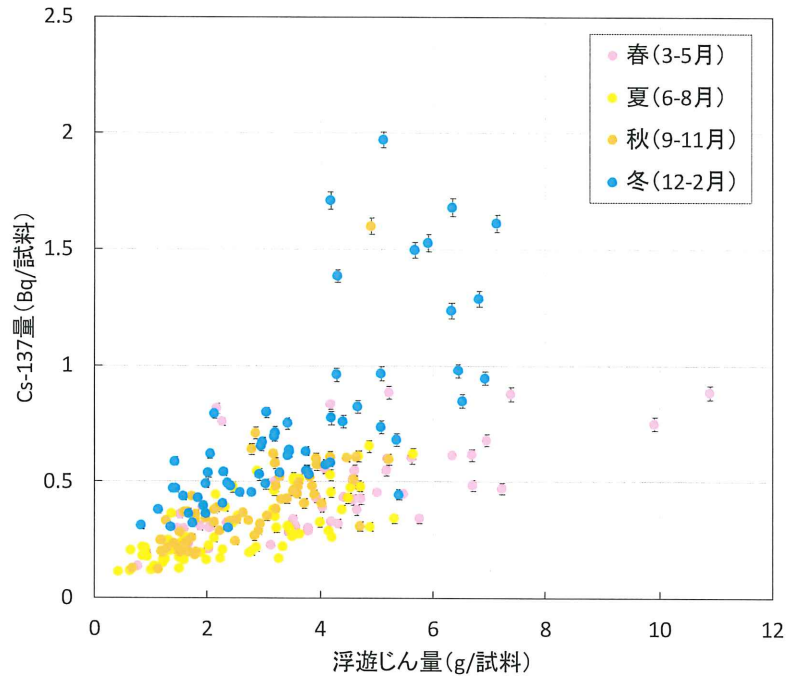


図 2-2-16 浮遊じん量と<sup>137</sup>Cs 量の相関図

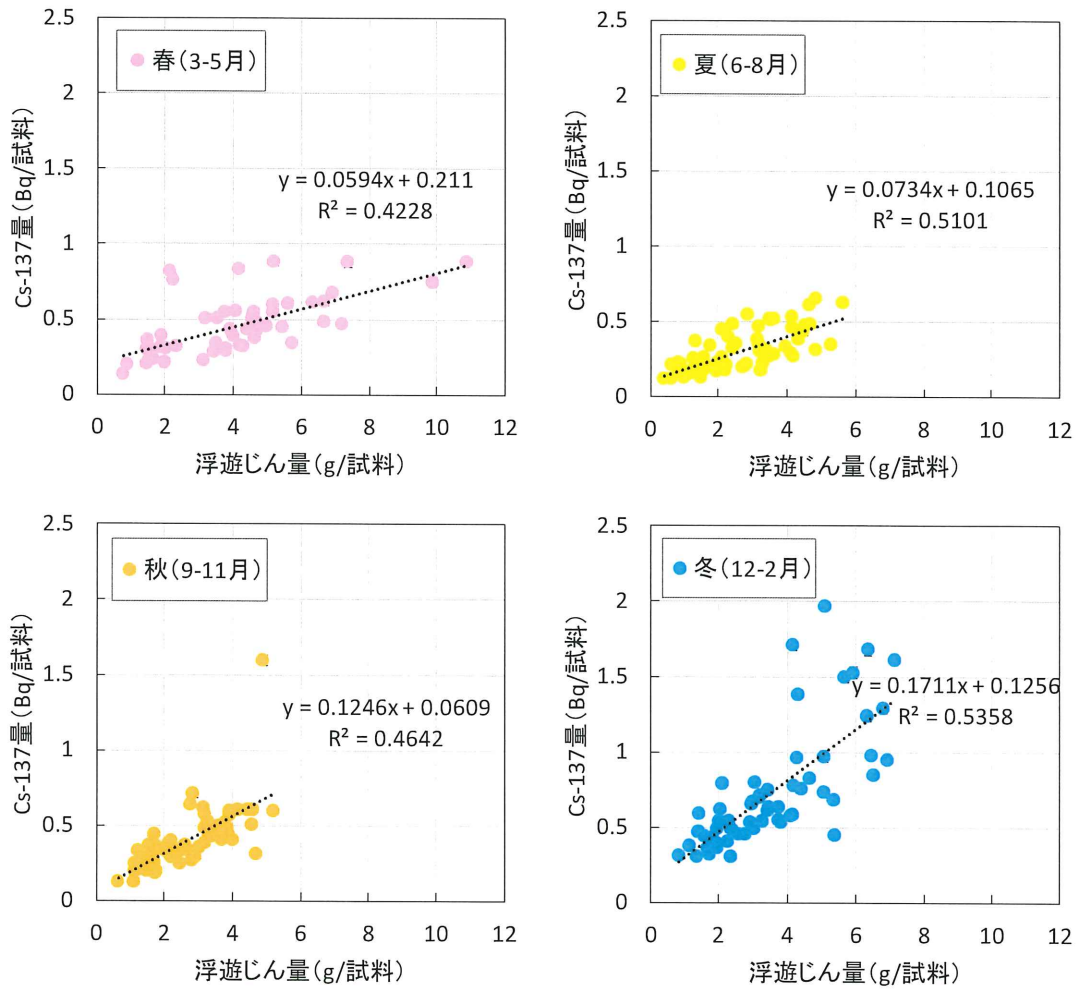


図 2-2-17 季節ごとの浮遊じん量と<sup>137</sup>Cs 量の相関図

浮遊じん量あたりの<sup>137</sup>Cs量は季節ごとに異なる傾向を示した。また、季節ごとに近似式を求めたところ、冬（12～2月）における傾きが最も大きな値を示した。

2019年度調査結果において、大気採取量あたりの<sup>137</sup>Cs濃度（mBq/m<sup>3</sup>）及び浮遊じん量あたりの<sup>137</sup>Cs濃度（Bq/g）を図2-2-18に示す。

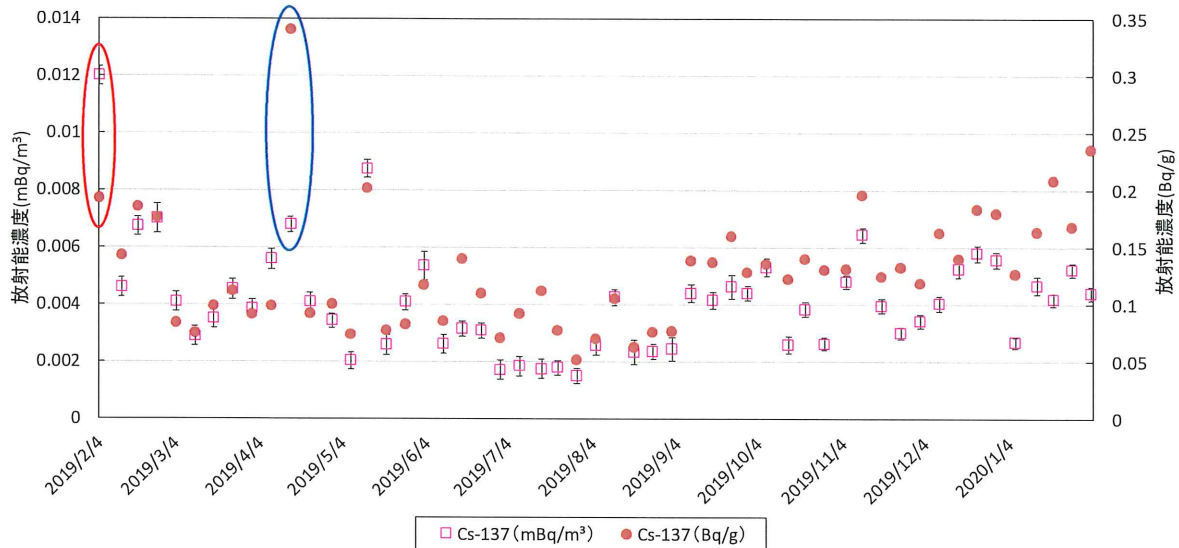


図2-2-18 2019年度における大気採取量あたりの<sup>137</sup>Cs濃度（mBq/m<sup>3</sup>）及び浮遊じん量あたりの<sup>137</sup>Cs濃度（Bq/g）

前述したように、浮遊じん量あたりの<sup>137</sup>Cs濃度と大気採取量あたりの<sup>137</sup>Cs濃度には同様の傾向が見られる。しかし、いくつかのデータにおいては、浮遊じん量あたりの<sup>137</sup>Cs濃度と大気採取量あたりの<sup>137</sup>Cs濃度には異なる挙動が見られた。赤丸で囲った期間（2019年1月28日～2月4日）は、浮遊じんの量は多いが浮遊じん量あたりの<sup>137</sup>Cs量は同時期の冬季と同程度である。一方青丸で囲った期間（2019年4月8日～15日）は、浮遊じんの量は少ないが浮遊じん量あたりの<sup>137</sup>Cs量は同時期と比較して多い。この挙動が異なる2つの事例について、気象条件及び大気の輸送経路との関連性について検討を行った。

まず、図2-2-18中に赤丸で囲った浮遊じん量が多い期間（2019年1月28日～2月4日）とその同時期における千葉市の平均風速、最多風向、平均湿度、降水量の経時変化を図2-2-19に示す。

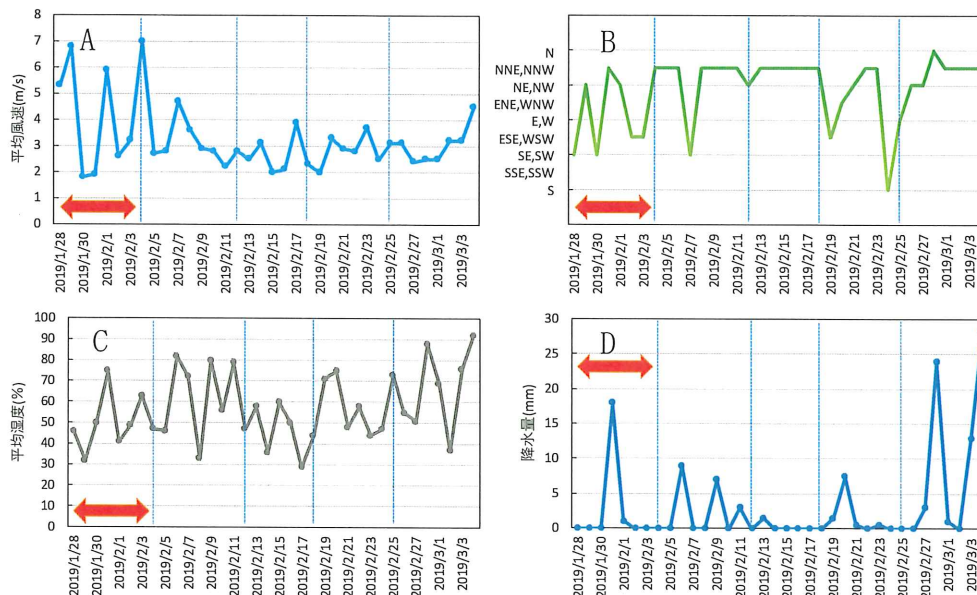


図 2-2-19 浮遊じん量が多い期間（2019年1月28日～2月4日）とその同時期における千葉市の平均風速(A)、最多風向(B)、平均湿度(C)、降水量(D)の経時変化

2019年1月28日～2月4日は同時期と比較すると風速が大きい日が多い傾向があることから、土壌の舞い上がりが起こりやすかったことが推測された。最多風向を比較すると南寄りの風が多い傾向が見られるが、調査結果との関連性は認められなかった。また、平均湿度及び降水量に大きな特徴は見られなかった。

2019年1月28日～2月4日において、千葉市（日本分析センター：北緯 35.66、東経 140.14）を起点とした気塊の24時間の後方流跡線解析<sup>4)</sup>を図 2-2-20 に示す。高度は大容量エアサンプラのフィルター設置高さ（約 1 m）に設定し、それぞれの線は3時間ごとの軌跡を示している。



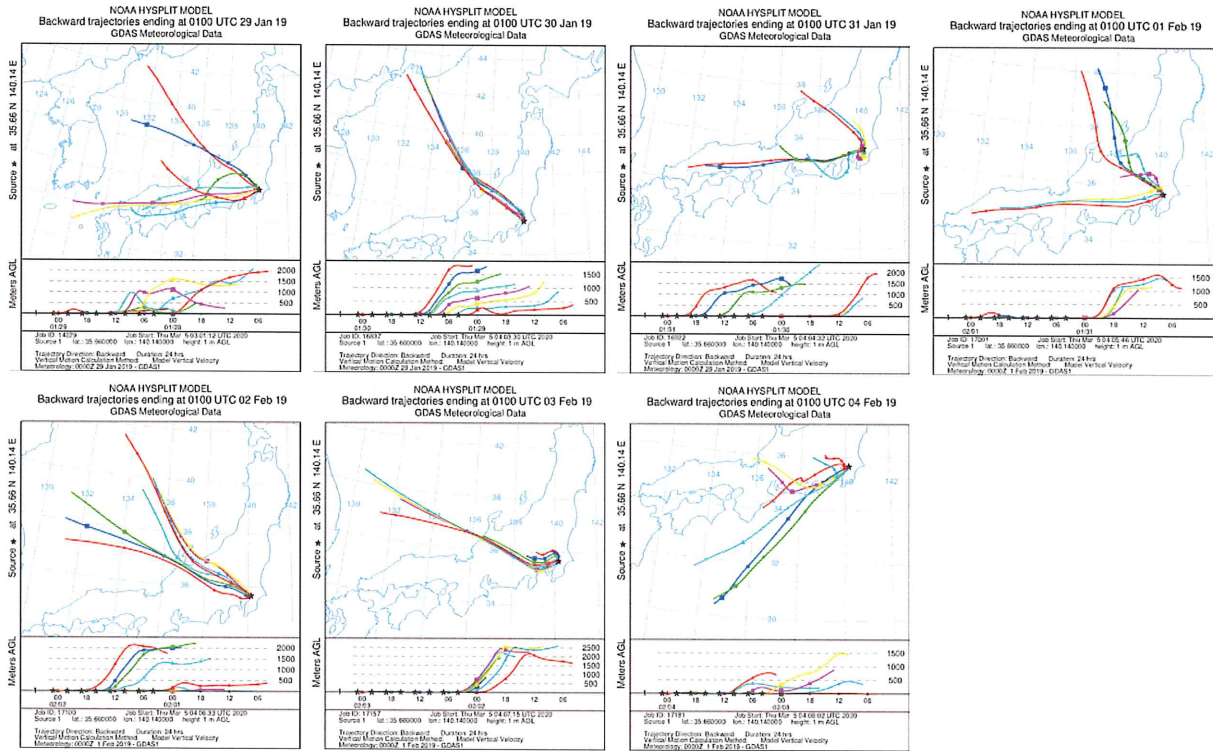


図 2-2-20 後方流跡線解析結果 (2019 年 1 月 28 日～2 月 4 日)

1 月 28 日から 2 月 4 日までの大気中の輸送経路のうち、陸域を長く通過する気塊が多く見られた。また、原発事故の影響がある地域の通過も確認された。

気象データを比較した結果、1 月 28 日から 2 月 4 日の期間は土壌の舞上がりが起こりやすく、浮遊じん量が多かったことが考えられた。また、後方流跡線解析の結果、原発事故の影響がある地域を通過する大陸由来の輸送経路であることから、浮遊じん量あたりの  $^{137}\text{Cs}$  量は同時期の冬季と同程度であることが示唆された。

次に、図 2-2-18 中に青丸で囲った浮遊じん量が少ない期間 (2019 年 4 月 8 日～15 日) とその同時期における千葉市の平均風速、最大風向、平均湿度、降水量の経時変化を図 2-2-21 に示す。



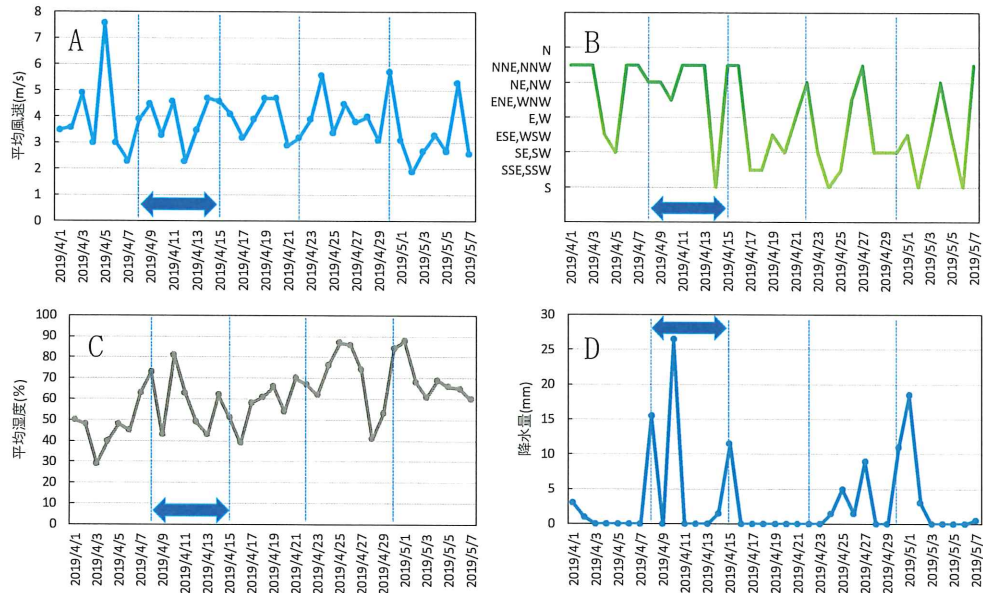


図 2-2-21 浮遊じん量が少ない期間 (2019 年 4 月 8 日～15 日) とその同時期における千葉市の平均風速(A)、最多風向(B)、平均湿度(C)、降水量(D)の経時変化

浮遊じん量が少ない期間 (2019 年 4 月 8 日～15 日) は同時期と比較すると降水量が多い傾向があることから、土壌の舞い上がりが起こりにくかったことが推測された。最多風向を比較すると北寄りの風が多い傾向が見られるが、調査結果との関連性は認められなかった。また、平均風速及び平均湿度に大きな特徴は見られなかった。

2019 年 4 月 8 日～15 日における後方流跡線解析を図 2-2-22 に示す。

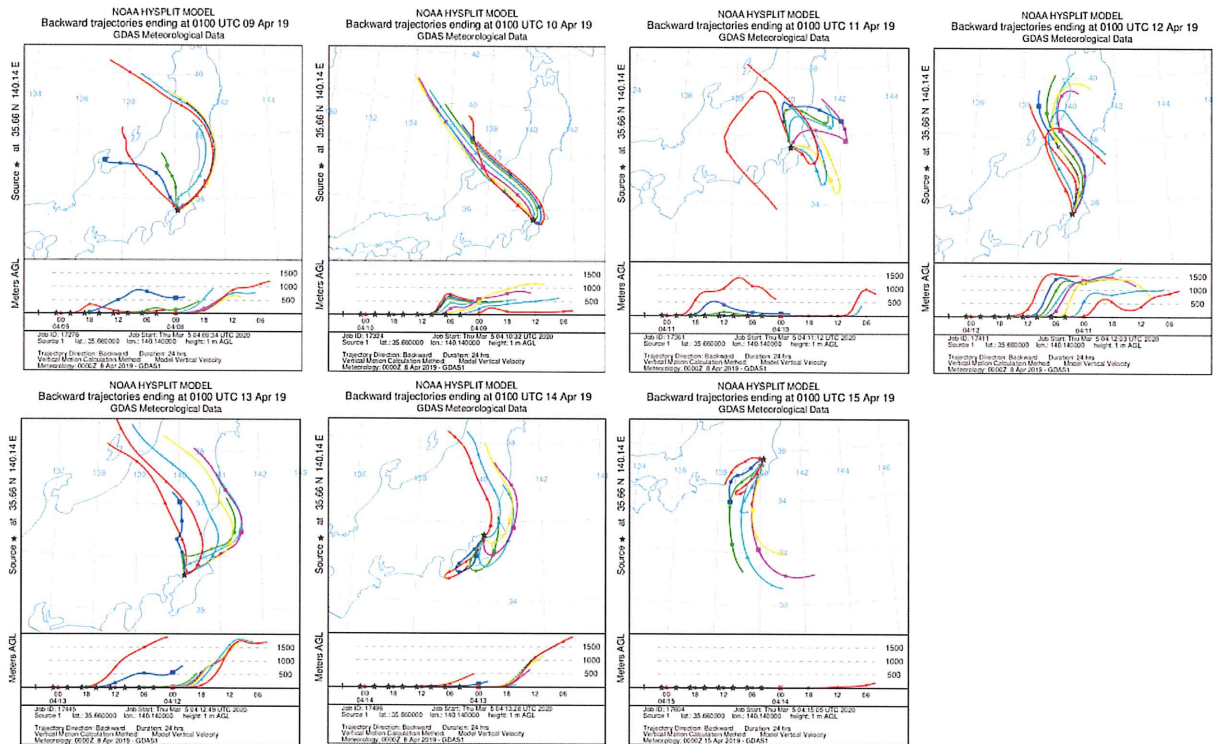


図 2-2-22 後方流跡線解析結果 (2019 年 4 月 8 日～15 日)

4月8日から15日までの大気の輸送経路のうち、海域を通過する気塊が多く見られた。また、原発事故の影響が大きい地域の通過も多く確認された。

気象データを比較した結果、4月8日から15日の期間は土壌の舞い上がりが起こりにくく、浮遊じん量が少なかったことが考えられた。また、後方流跡線解析の結果、海域及び原発事故の影響が大きい地域を多く経由する輸送経路であることから、浮遊じん量あたりの<sup>137</sup>Cs量は同時期と比較して多いことが示唆された。

今回の検討結果により、大気浮遊じん中の放射性Cs濃度の変動と気象条件及び大気の輸送経路との関連性に関する手掛かりが得られた。

- 1) 原子力規制庁, “環境放射線データベース”,  
<https://search.kankyo-hoshano.go.jp/servlet/search.top>
- 2) 土井妙子, 他, つくばと飯館における福島第一原発事故由来の大気中放射性セシウム濃度の変化と高濃度現象の要因, RADIOISOTOPES, 68, 83-104 (2019)
- 3) 気象庁, “過去の気象データ・ダウンロード”,  
<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>
- 4) NOAA, “HYSPLIT Trajectory Model”, [https://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT\\_disp.php](https://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT_disp.php)

## 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 <sup>※1</sup>	参考② <sup>※2</sup>
全体	<sup>137</sup> Cs	ND ～ 0.98	ND ～ 1.2	ND ～ 1.2
	<sup>40</sup> K	150 ～ 510	140 ～ 540	150 ～ 540
	<sup>134</sup> Cs	ND	ND ～ 0.37	ND ～ 0.34
ドライミルク	<sup>137</sup> Cs	ND ～ 0.11	ND ～ 0.51	ND ～ 0.32
	<sup>40</sup> K	150 ～ 240	140 ～ 240	150 ～ 240
	<sup>134</sup> Cs	ND	ND	ND
スキムミルク	<sup>137</sup> Cs	0.41 ～ 0.98	0.50 ～ 1.2	0.50 ～ 1.2
	<sup>40</sup> K	490 ～ 510	410 ～ 540	410 ～ 540
	<sup>134</sup> Cs	ND	ND ～ 0.37	ND ～ 0.34

※1：2014年度～2018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(2014年度～2018年度)である。

### (4) まとめ

2019年度に購入した粉乳及び脱脂粉乳の<sup>137</sup>Cs濃度は、全国の測定結果や、2014年度～2018年度に購入した同一製品の測定結果と同程度であった。<sup>134</sup>Cs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（0.6 L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

2019年2月から2020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、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、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。

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 <sup>2</sup> )	過去5年間の 月間降下量 (Bq/m <sup>2</sup> )
むつ市	0.26 - 1.1	0.15 - 0.86*	6.2 - 82	22 - 120
福島市	0.08 - 0.97	0.15 - 0.86*	6.8 - 120	3.6 - 92
千葉市	0.11 - 0.63	0.09 - 0.57	12 - 80	3.6 - 170
京都市	0.16 - 0.73	0.13 - 0.45*	8.7 - 95	6.5 - 61

\* むつ市と福島市については38ヵ月分、京都府については14ヵ月分

\*\* 単位面積当たりのトリチウム量

福島市 2019年2月分は蒸留法で分析

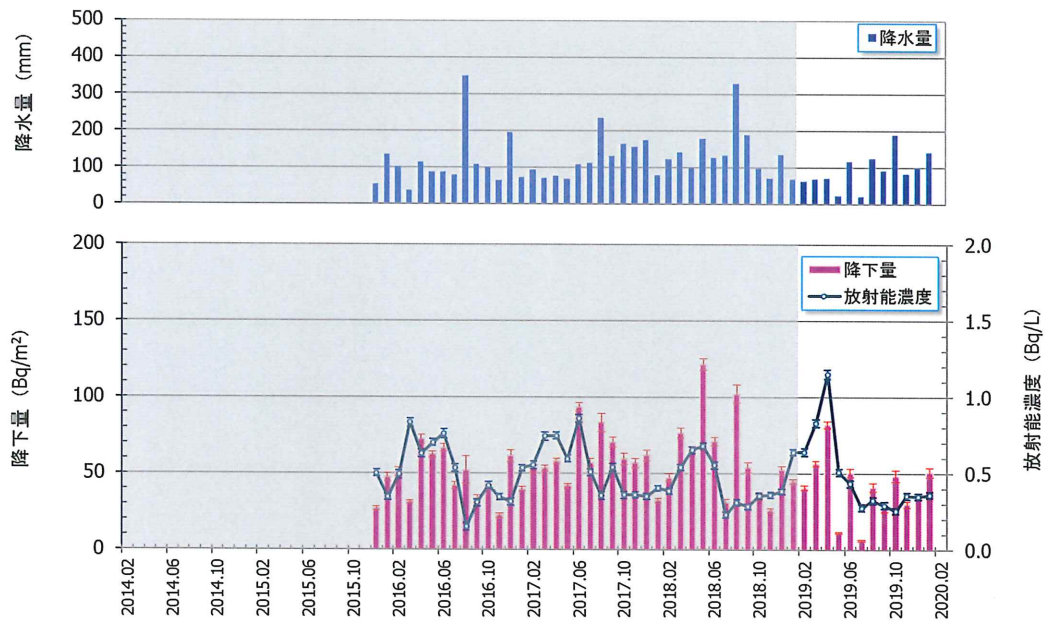


図 2-3-1 月間降水中のトリチウム濃度及び降下量 (むつ市)

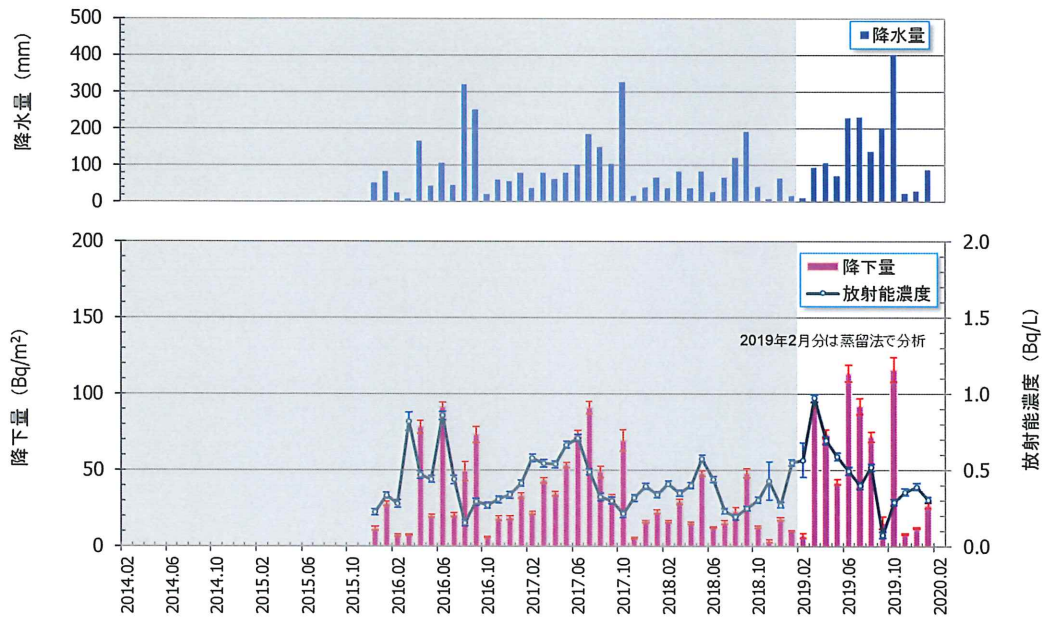


図 2-3-2 月間降水中のトリチウム濃度及び降下量（福島市）

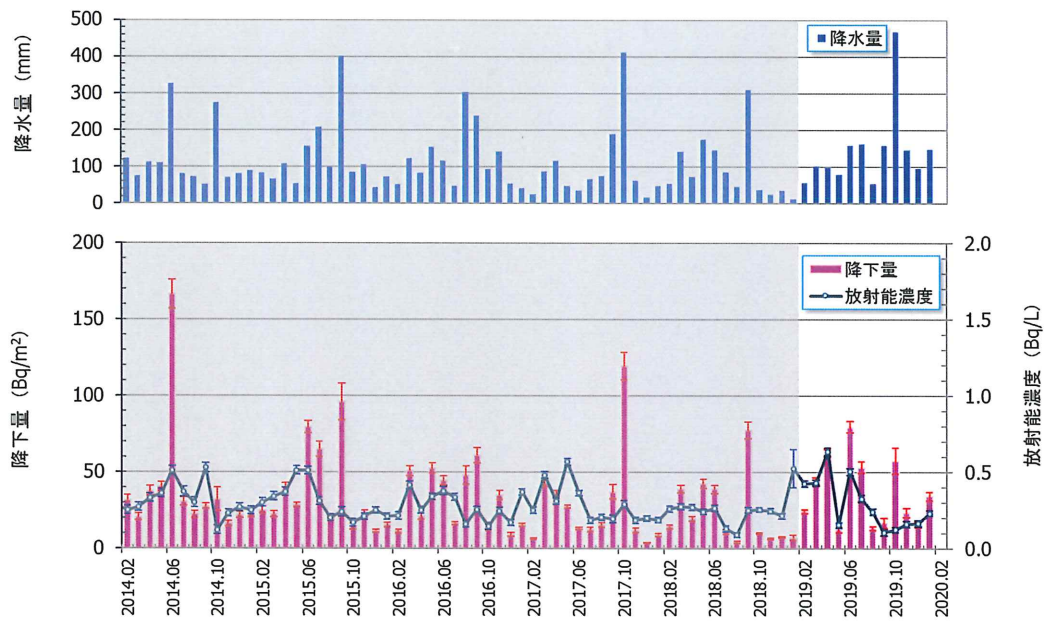


図 2-3-3 月間降水中のトリチウム濃度及び降下量（千葉市）



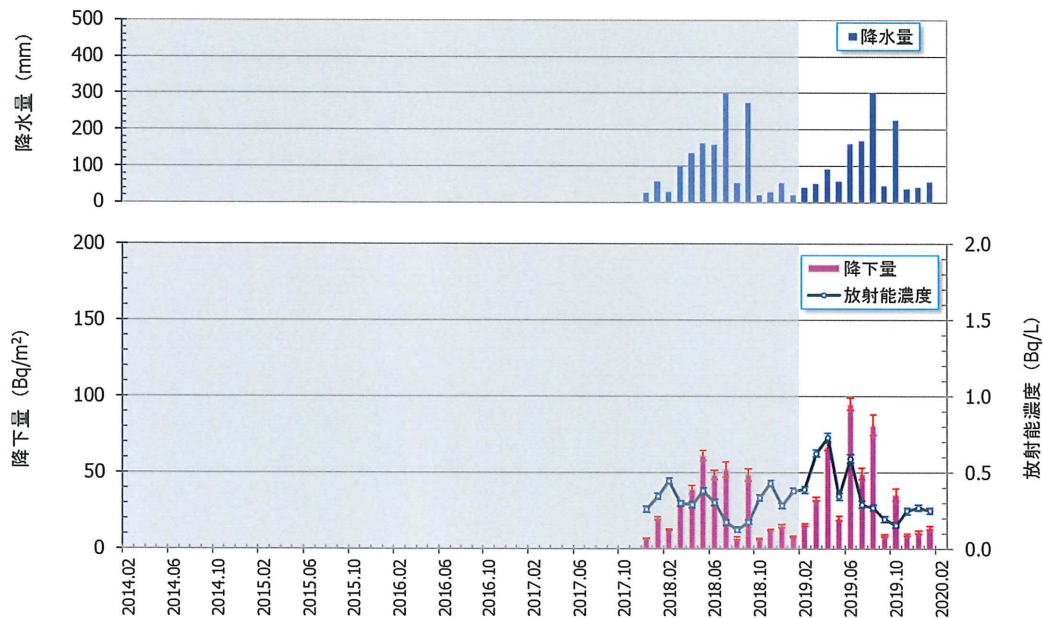


図 2-3-4 月間降水中のトリチウム濃度及び降下量（京都市）

すべての地点で採取された月間降水のトリチウム放射能濃度について、過去 5 年（むつ市と福島市については過去 3 年、京都市については過去 1 年）の範囲を上回った値が観測された。また、福島市及び京都市の月間降下量について、それぞれ過去 3 年及び過去 1 年の範囲を上回った。

3 月もしくは 4 月に過去 5 年の範囲を上回ったトリチウム放射能濃度が観測されたことから、過去 5 年の同時期の降水量と比較を行った（表 2-3-3 参照）。むつ市と京都市の降水量は、過去の同時期の平均値と比べて少なく、福島市と千葉市の降水量は、過去の同時期の平均値と同程度もしくは多かった。降水量が少なく、トリチウム降下量が同程度であれば、相対的にトリチウム放射能濃度は高くなるが、全地点で降水量が少なかったわけではなかった。トリチウム放射能濃度が過去 5 年の範囲を上回った要因として降水量だけでは説明できず、他の要因の可能性を考える必要がある。

表 2-3-3 3月、4月の降水中のトリチウム放射能濃度と降水量

調査地点	3月及び4月の放射能濃度 (Bq/L)	3月及び4月の過去5年間の放射能濃度 (Bq/L)	3月及び4月の月間降水量** (mm)	3月及び4月の過去5年間の月間降水量** (mm)
むつ市	0.83 - 1.1	0.54 - 0.83*	68 - 71	38 - 140 (91) ***
福島市	0.69 - 0.97	0.35 - 0.82*	95 - 110	9.3 - 170 (74) ***
千葉市	0.43 - 0.63	0.25 - 0.48	99 - 100	67 - 140 (99) ***
京都市	0.63 - 0.73	0.29 - 0.30*	52 - 92	99 - 130 (120) ***

\* むつ市と福島市については過去3年分、京都市については過去1年分

\*\* 採水量を単位面積で除したもの

\*\*\* 3月及び4月の過去5年間の月間降水量の平均値

一方、トリチウムは原子力施設などからの放出に加え、宇宙線により生成する天然の放射性核種も含むので、宇宙線で生成する Be-7 と比較すると良い相関があることが分かった。近年、太陽活動は極小期に近づいており、成層圏におけるトリチウムや Be-7 の生成量は増えていると考えられることから、成層圏からの輸送を含む上層大気の影響が可能性として考えられる。

2014年度から2019年度までの千葉市における降水中の Be-7 及びトリチウム降下量比較図を図 2-3-5 に、Be-7 及びトリチウム降下量相関図を図 2-3-6 に示す。



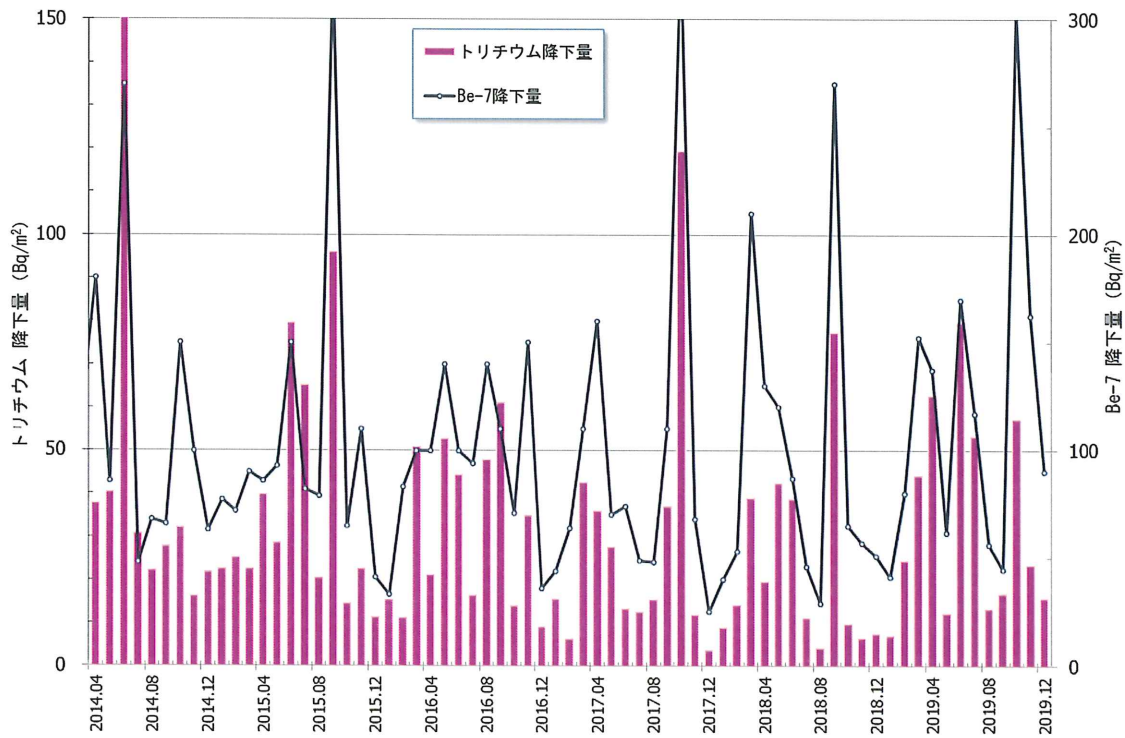


図 2-3-5 千葉市における降水中の Be-7 及びトリチウム降下量比較図

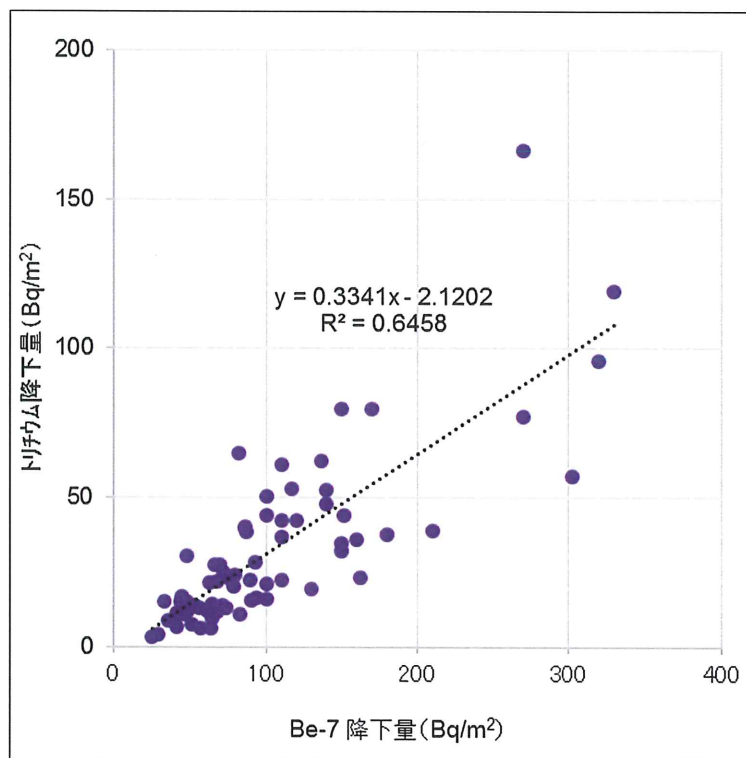


図 2-3-6 千葉市における降水中の Be-7 及びトリチウム降下量相関図

むつ市及び千葉市の月間降下量について過去5年の範囲内であったが、福島市（6月及び10月）及び京都市（4月、6月及び8月）の月間降下量は、過去5年の範囲を上回った値が観測された（表2-3-4参照）。月間降下量が高くなる要因として、「降水のトリチウム濃度が（比較的）高い、降水量が多い」ことがあげられ、春先や降水量の多い時期に高くなる傾向を示すと考えらる。

表2-3-4 福島市、京都市の降水中のトリチウム放射能濃度と降下量

福島市				
月間降水	採水期間	採水量 (L)	放射能濃度 (Bq/L)	月間降下量 (Bq/m <sup>2</sup> )
2019年6月分	2019/6/3 - 2019/7/1	8.15	0.50 ± 0.024	113 ± 5.6
2019年10月分	2019/10/1 - 2019/11/1	14.31	0.29 ± 0.020	116 ± 7.9
その他の月*	—	0.43 ~ 8.21	0.076 ~ 0.97	6.8 ~ 92
* 2019年2月分は蒸留法で分析				
京都市				
月間降水	採水期間	採水量 (L)	放射能濃度 (Bq/L)	月間降下量 (Bq/m <sup>2</sup> )
2019年4月分	2019/4/1 - 2019/5/7	3.26	0.73 ± 0.027	67 ± 2.5
2019年6月分	2019/6/3 - 2019/7/1	5.71	0.59 ± 0.026	95 ± 4.2
2019年8月分	2019/8/1 - 2019/9/2	10.70	0.27 ± 0.022	81 ± 6.6
その他の月	—	1.30 ~ 8.06	0.16 ~ 0.63	8.7 ~ 49

むつ市及び福島市については2015年12月より、京都市については2017年12月より採取を開始したため、まだデータ数が十分ではない。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。

## 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

2019年度に実施した調査結果を表2-3-5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検出されにくい傾向が見られる。

表 2-3-5 生物試料中のトリチウム分析結果

		(Bq/L)			
試料名	採取地点	TFWT		OBT	
コンブ	北海道	<	0.4	<	0.4
アカモク	秋田	<	0.4	<	0.5
アラメ	千葉	<	0.4	<	0.4
キャベツ	北海道	0.43	± 0.13	<	0.4
	秋田	<	0.4	0.37	± 0.11
	千葉	0.51	± 0.11	0.58	± 0.11
精米	北海道	0.55	± 0.11	<	0.4
	秋田	0.46	± 0.13	<	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

2018 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  $^{90}\text{Sr}$  の分析結果を以下にまとめた。また、2019 年度に分析した環境試料（2019 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  $^{90}\text{Sr}$  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

$^{90}\text{Sr}$  : 0.00045 ( 0 ~ 0.0036 ) mBq/m<sup>3</sup> 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

$^{90}\text{Sr}$  : 0.017 ( 0 ~ 0.66 ) MBq/km<sup>2</sup> 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

$^{90}\text{Sr}$  : 0.79 ( 0.040 ~ 1.6 ) mBq/L n= 57

淡水

$^{90}\text{Sr}$  : 1.1 ( 0.069 ~ 2.3 ) 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

$^{90}\text{Sr}$  : 35 ( 0 ~ 140 ) MBq/km<sup>2</sup> n= 49

1.1 ( 0 ~ 5.4 ) Bq/kg 乾土

\*  $^{90}\text{Sr}$  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				
		<sup>90</sup> Sr	: 94 ( 1.2 ~540 )	MBq/km <sup>2</sup>	n= 49
			0.96 ( 0.018 ~ 5.9 )	Bq/kg 乾土	
5)	精 米				
	自治体で年1回採取した試料				
		<sup>90</sup> Sr	: 0.0077 ( 0 ~ 0.018 )	Bq/kg 生	n= 31
			0.18 ( 0 ~ 0.47 )	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)				
		<sup>90</sup> Sr	: 0.032 ( 0 ~ 0.093 )	Bq/kg 生	n= 41
			0.17 ( 0 ~ 0.59 )	Bq/gCa	
	葉菜類 (主にホウレンソウ)				
		<sup>90</sup> Sr	: 0.042 ( 0 ~ 0.39 )	Bq/kg 生	n= 41
			0.066 ( 0 ~ 0.43 )	Bq/gCa	
7)	茶				
	自治体で年1~2回採取した試料				
		<sup>90</sup> Sr	: 0.19 ( 0.013 ~ 0.55 )	Bq/kg	n= 20
			0.080 ( 0.017 ~ 0.21 )	Bq/gCa	
8)	牛乳 (原乳)				
	自治体で年1~3回採取した試料				
		<sup>90</sup> Sr	: 0.013 ( 0 ~ 0.026 )	Bq/L	n= 38
			0.011 ( 0 ~ 0.025 )	Bq/gCa	
9)	粉 乳				
	分析センターが年2回購入した試料				
		<sup>90</sup> Sr	: 0.069 ( 0.0012~ 0.23 )	Bq/kg 粉乳	n= 12
			0.0077 ( 0.0003~ 0.018 )	Bq/gCa	
10)	淡水産生物				
	自治体で年1回採取した試料				
		<sup>90</sup> Sr	: 0.046 ( 0.0033~ 0.26 )	Bq/kg 生	n= 8
			0.027 ( 0.0031~ 0.048 )	Bq/gCa	
11)	海 水				
	自治体で年1~2回採取した試料				
		<sup>90</sup> Sr:	1.0 ( 0.76 ~ 1.4 )	mBq/L	n= 15
12)	海 底 土				
	自治体で年1~2回採取した試料				
		<sup>90</sup> Sr	: 0.065 ( 0 ~ 0.20 )	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				
		<sup>90</sup> Sr	: 0.0071 ( 0 ~ 0.018 )	Bq/kg 生	n= 22
			0.014 ( 0 ~ 0.048 )	Bq/gCa	

## 貝類

$^{90}\text{Sr}$  : 0.0065 ( 0.0013~ 0.016 ) Bq/kg 生 n= 12  
 0.013 ( 0.0019~ 0.033 ) Bq/gCa

## 藻類

$^{90}\text{Sr}$  : 0.013 ( 0.0026~ 0.031 ) Bq/kg 生 n= 12  
 0.014 ( 0.0040~ 0.041 ) Bq/gCa

2018 年度採取分における各種試料中の  $^{90}\text{Sr}$  濃度は、過去 5 年間(2013 年度から 2017 年度まで)の調査結果とほぼ同程度であった。ただし、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 (1998 年度~2017 年度まで)の変動の範囲内であった。

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	$^{90}\text{Sr}$ 濃度	過去 5 年間の $^{90}\text{Sr}$ 変動の範囲	過去 20 年間の $^{90}\text{Sr}$ 変動の範囲	単位
福島 (双葉郡大熊町)	降下物 1 月分	0.66±0.037	ND~0.40	ND~470	MBq/km <sup>2</sup>
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
茨城	土壌 0- 5 cm	3.9±0.22	2.1~3.5	2.0~14	Bq/kg 乾土
石川	土壌 0- 5 cm	3.8±0.24	3.0~3.4	2.6~12	Bq/kg 乾土
香川	土壌 0- 5 cm	1.2±0.14	0.62~0.95	0.62~2.3	Bq/kg 乾土
福島	土壌 5-20 cm	2.3±0.18	0.97~2.1	0.69~5.7	Bq/kg 乾土
福井	土壌 5-20 cm	0.32±0.085	ND~0.29	ND~0.51	Bq/kg 乾土
和歌山	ダイコン	0.065±0.010	ND~0.055	ND~0.079	Bq/kg 生
広島	ダイコン	0.063±0.011	0.028~0.048	ND~0.065	Bq/kg 生
佐賀	ダイコン	0.039±0.0082	ND~0.036	ND~0.12	Bq/kg 生
大分	ダイコン	0.058±0.0099	ND	ND~0.059	Bq/kg 生
秋田	キャベツ	0.15±0.015	0.030~0.14	ND~0.31	Bq/kg 生

県名	試料	$^{90}\text{Sr}$ 濃度	過去 5 年間の $^{90}\text{Sr}$ 変動の範囲	過去 20 年間の $^{90}\text{Sr}$ 変動の範囲	単位
静岡	ホウレンソウ	$0.032 \pm 0.0081$	ND~0.026	ND~0.20	Bq/kg 生
熊本	ホウレンソウ	$0.066 \pm 0.011$	0.039~0.057	0.031~0.20	Bq/kg 生
宮崎	ホウレンソウ	$0.085 \pm 0.011$	0.027~0.058	0.027~0.27	Bq/kg 生
奈良	茶 (やぶきた)	$0.55 \pm 0.052$	0.093~0.26	0.093~1.0	Bq/kg 乾物
京都 (相楽郡和束町)	茶	$0.37 \pm 0.056$	ND~0.33	ND~1.2	Bq/kg 乾物
鹿児島 (南九州市)	茶 (やぶきた)	$0.14 \pm 0.034$	ND~0.11	ND~0.33	Bq/kg 乾物
北海道 (標津郡中標津町)	牛乳	$0.024 \pm 0.0063$	ND~0.022	ND~0.038	Bq/L
青森	牛乳	$0.026 \pm 0.0066$	ND	ND~0.068	Bq/L
千葉	F (ドライミルク)	$0.028 \pm 0.0071$	ND~0.026	ND~0.049	Bq/kg 粉乳
北海道	海水	$1.4 \pm 0.19$	0.84~1.2	0.84~2.0	mBq/L
千葉	海水	$1.3 \pm 0.19$	0.67~1.1	0.67~2.1	mBq/L
愛知	海水	$1.2 \pm 0.21$	0.69~1.0	0.69~2.0	mBq/L
鹿児島	海水	$0.93 \pm 0.17$	0.55~0.89	0.55~1.8	mBq/L

なお、福島県は、2018 年度の海産生物（魚類）を採取していない。

2019年度採取試料のうち、2019年度中に分析を行った各種試料中の<sup>90</sup>Sr濃度は、過去5年間(2014年度から2018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。

また、福島(双葉郡大熊町)の降下物試料が調査対象外となったこともあり、全ての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	<sup>90</sup> Sr 濃度	過去5年間の <sup>90</sup> Sr 変動の範囲	過去20年間の <sup>90</sup> Sr 変動の範囲	単位
静岡	蛇口水	0.41±0.081	ND~0.35	ND~0.76	mBq/L
奈良	蛇口水	0.96±0.11	0.52~0.87	0.52~2.4	mBq/L
高知	土壌 0- 5 cm	2.6±0.19	ND~2.1	ND~4.8	Bq/kg 乾土
高知	土壌 5-20 cm	2.5±0.19	ND~2.4	ND~4.6	Bq/kg 乾土
鹿児島	海水	0.95±0.14	0.55~0.93	0.55~1.8	mBq/L



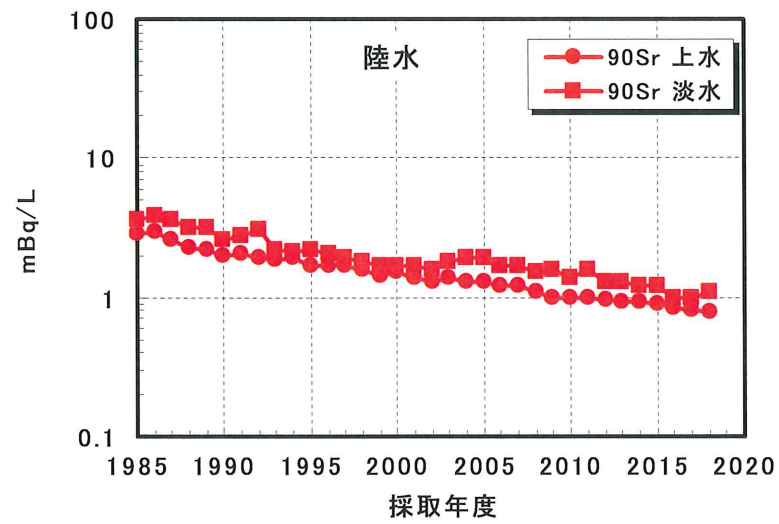
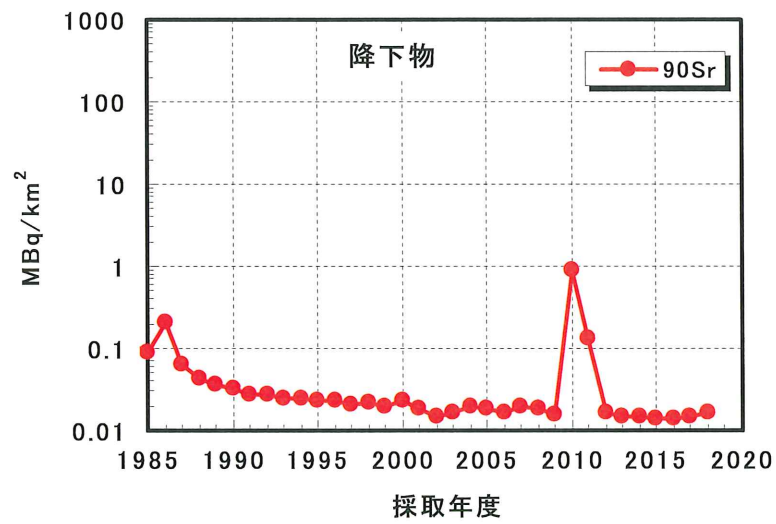
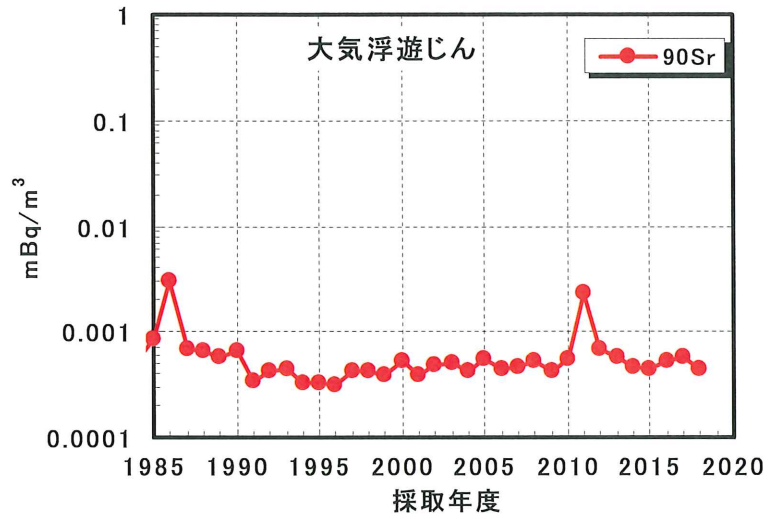


図 2-4-1 各種環境試料の<sup>90</sup>Sr 放射能濃度の経年変化

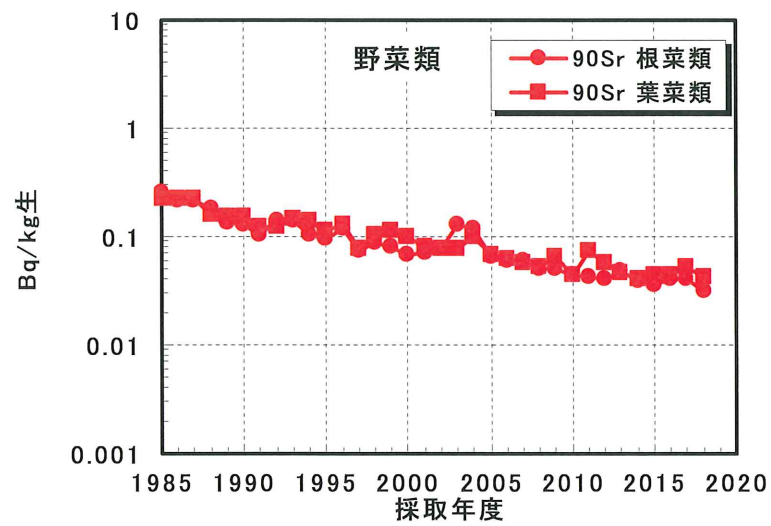
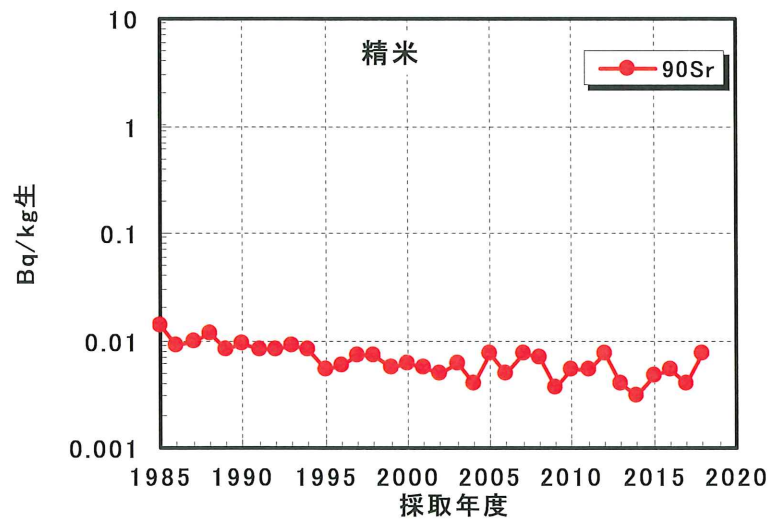
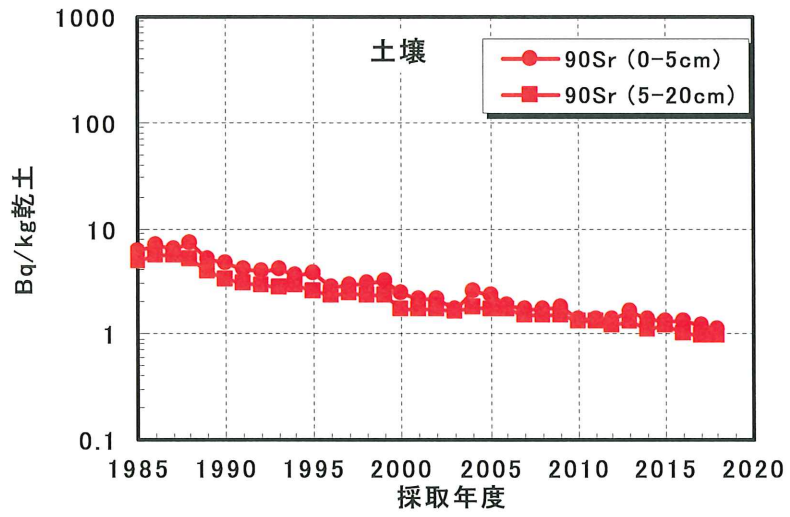


図 2-4-1 各種環境試料の<sup>90</sup>Sr 放射能濃度の経年変化 (つづき)

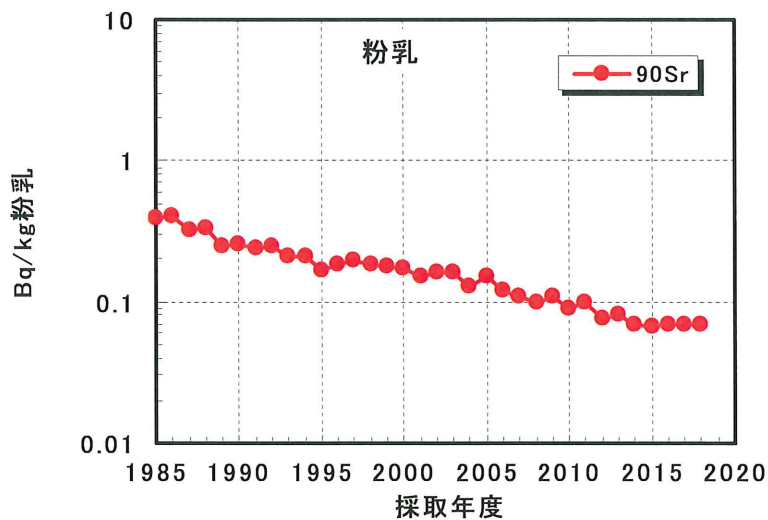
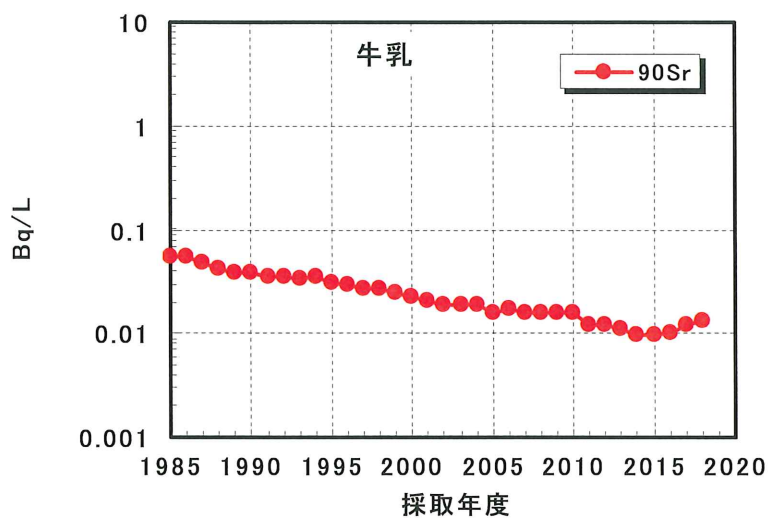
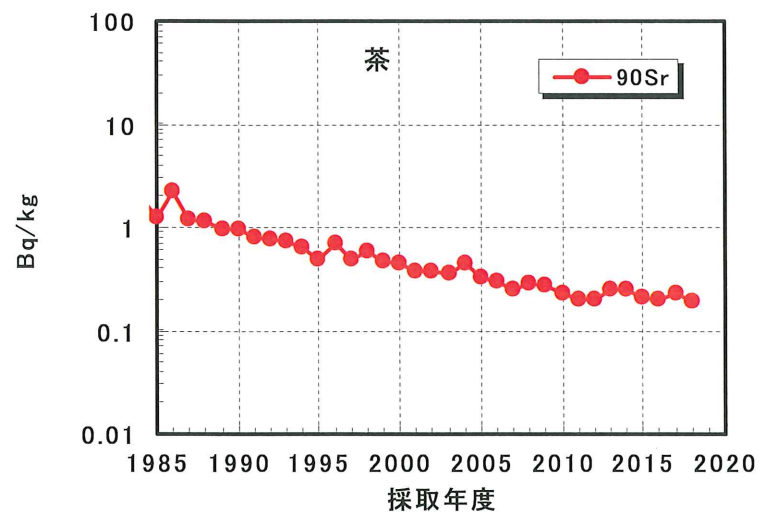


図 2-4-1 各種環境試料の  $^{90}\text{Sr}$  放射能濃度の経年変化 (つづき)

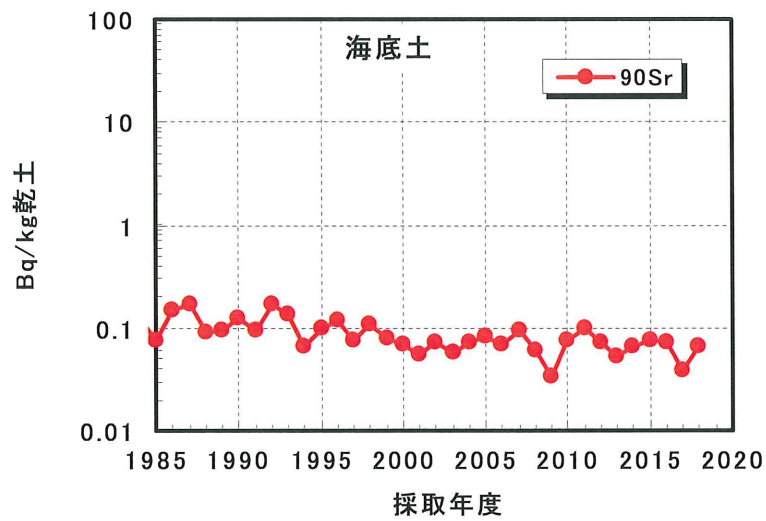
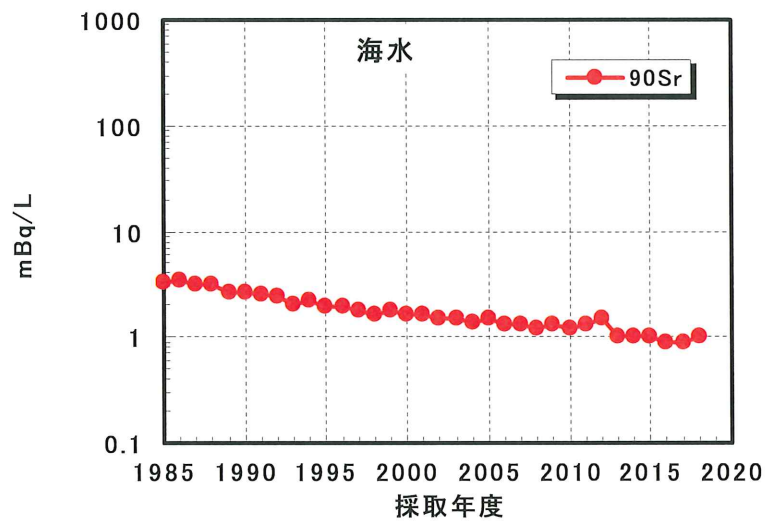
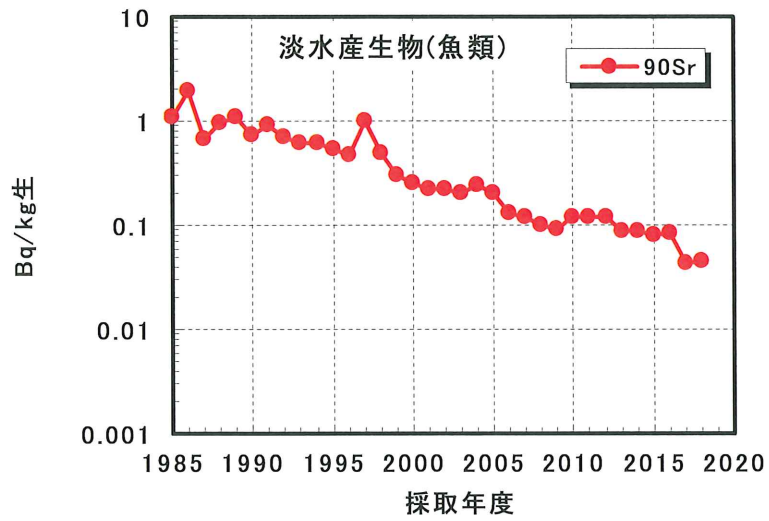


図 2-4-1 各種環境試料の<sup>90</sup>Sr 放射能濃度の経年変化 (つづき)

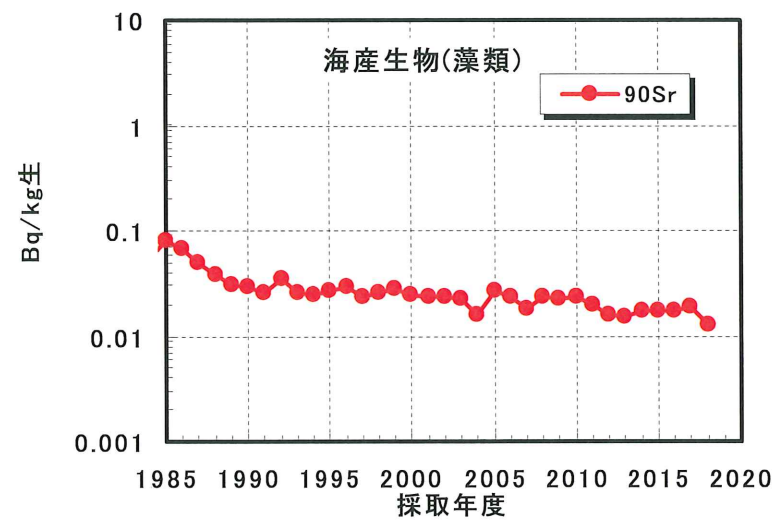
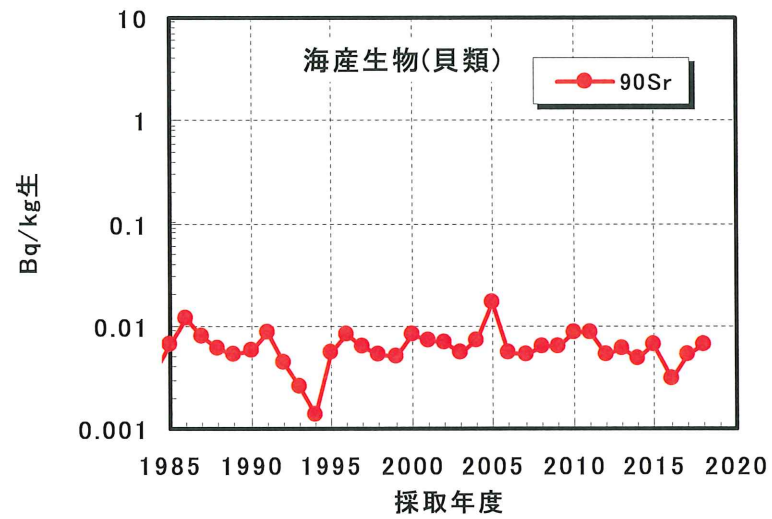
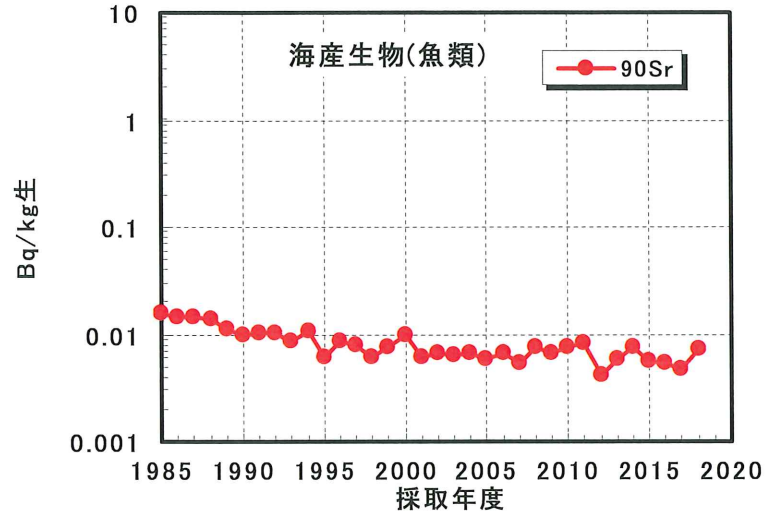


図 2-4-1 各種環境試料の <sup>90</sup>Sr 放射能濃度の経年変化 (つづき)

### (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  $^{90}\text{Sr}$  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  $^{90}\text{Sr}$  濃度は  $0.000028 \pm 0.000017 \sim 0.00010 \pm 0.000024 \text{mBq/m}^3$  であった。分析した 12 試料のうち 7 試料で  $^{90}\text{Sr}$  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  $^{90}\text{Sr}$  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(<sup>90</sup>Sr)結果

試料	採取開始日 採取終了日	吸引量 (m <sup>3</sup> )	<sup>90</sup> Sr	
			測定年月日	mBq/m <sup>3</sup>
2019年 1月分	2019. 1. 8 2019. 2. 4	425970.6	2020. 2. 27	0.000069 ± 0.000019
2019年 2月分	2019. 2. 4 2019. 3. 4	443648.9	2020. 2. 27	0.00010 ± 0.000023
2019年 3月分	2019. 3. 4 2019. 4. 1	450715.3	2020. 2. 27	0.00010 ± 0.000024
2019年 4月分	2019. 4. 1 2019. 5. 7	580206.8	2020. 2. 27	0.000077 ± 0.000019
2019年 5月分	2019. 5. 7 2019. 6. 3	434794.1	2020. 2. 27	<0.00007
2019年 6月分	2019. 6. 3 2019. 7. 1	454118.4	2020. 2. 27	<0.00006
2019年 7月分	2019. 7. 1 2019. 8. 5	565763.0	2020. 2. 28	<0.00005
2019年 8月分	2019. 8. 5 2019. 9. 2	452183.3	2020. 2. 27	<0.00006
2019年 9月分	2019. 9. 2 2019.10. 7	566124.2	2020. 2. 27	<0.00005
2019年 10月分	2019.10. 7 2019.11. 5	461681.6	2020. 2. 28	0.000095 ± 0.000029
2019年 11月分	2019.11. 5 2019.12. 2	434011.8	2020. 2. 28	0.00010 ± 0.000026
2019年 12月分	2019.12. 2 2020. 1. 6	558043.8	2020. 2. 28	0.000073 ± 0.000019

#### (4) 海水中の放射性セシウム

海水中の放射性セシウムは海水を採取した自治体が測定しているが、マリネリ容器等による測定のために検出されない場合が多い。このため、分析センターにおいて<sup>90</sup>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海水中の放射性セシウム濃度を求めた。結果を表2-4-2、表2-4-3及び図2-4-2、図2-4-3に示す。

表2-4-2 2018年度 海水中の<sup>90</sup>Sr及び放射性セシウム分析結果

採取場所	<sup>90</sup> Sr (mBq/L)	<sup>137</sup> Cs (mBq/L)	<sup>137</sup> Cs/ <sup>90</sup> Sr 放射能比
北海道余市郡余市町(余市湾)	1.4 ± 0.19	1.9 ± 0.21	1.3
青森県東津軽郡平内町(むつ湾)	0.99 ± 0.18	1.9 ± 0.20	1.9
青森県西津軽郡深浦町(風合瀬沖)	0.78 ± 0.16	2.0 ± 0.20	2.6
岩手県九戸郡洋野町(種市沖)	1.2 ± 0.17	2.3 ± 0.20	2.0
福島県相馬市(原釜海水浴場沖)*	0.87 ± 0.16	12 ± 0.3	14
新潟県新潟市中央区(新潟港沖)	0.81 ± 0.15	2.0 ± 0.20	2.4
茨城県那珂郡東海村(東海村沖)	0.77 ± 0.16	2.9 ± 0.21	3.8
千葉県袖ヶ浦市(東京湾)	1.3 ± 0.19	3.8 ± 0.23	3.0
神奈川県横須賀市(小田和湾)	0.99 ± 0.16	2.4 ± 0.20	2.4
愛知県常滑市(小鈴谷沖)	1.2 ± 0.21	2.0 ± 0.21	1.7
大阪府大阪市港区(大阪港)	1.2 ± 0.20	0.82 ± 0.18	0.66
山口県山口市(山口湾)	0.86 ± 0.16	1.8 ± 0.20	2.1
福岡県北九州市門司区(父先沖)	1.0 ± 0.19	1.8 ± 0.19	1.8
鹿児島県南さつま市(万之瀬川河口沖)	0.93 ± 0.17	1.8 ± 0.21	1.9
沖縄県うるま市(ホワイトビーチ)	0.76 ± 0.15	1.5 ± 0.19	2.0

\* <sup>134</sup>Cs : 1.2 ± 0.30 mBq/L

2018年度に福島県相馬市(原釜海水浴場沖)において採取された海水は他の海水と比較して<sup>137</sup>Cs濃度が高く、<sup>134</sup>Csも検出された。また、<sup>137</sup>Cs/<sup>90</sup>Sr放射能比についても他の海水と比較して高かった。

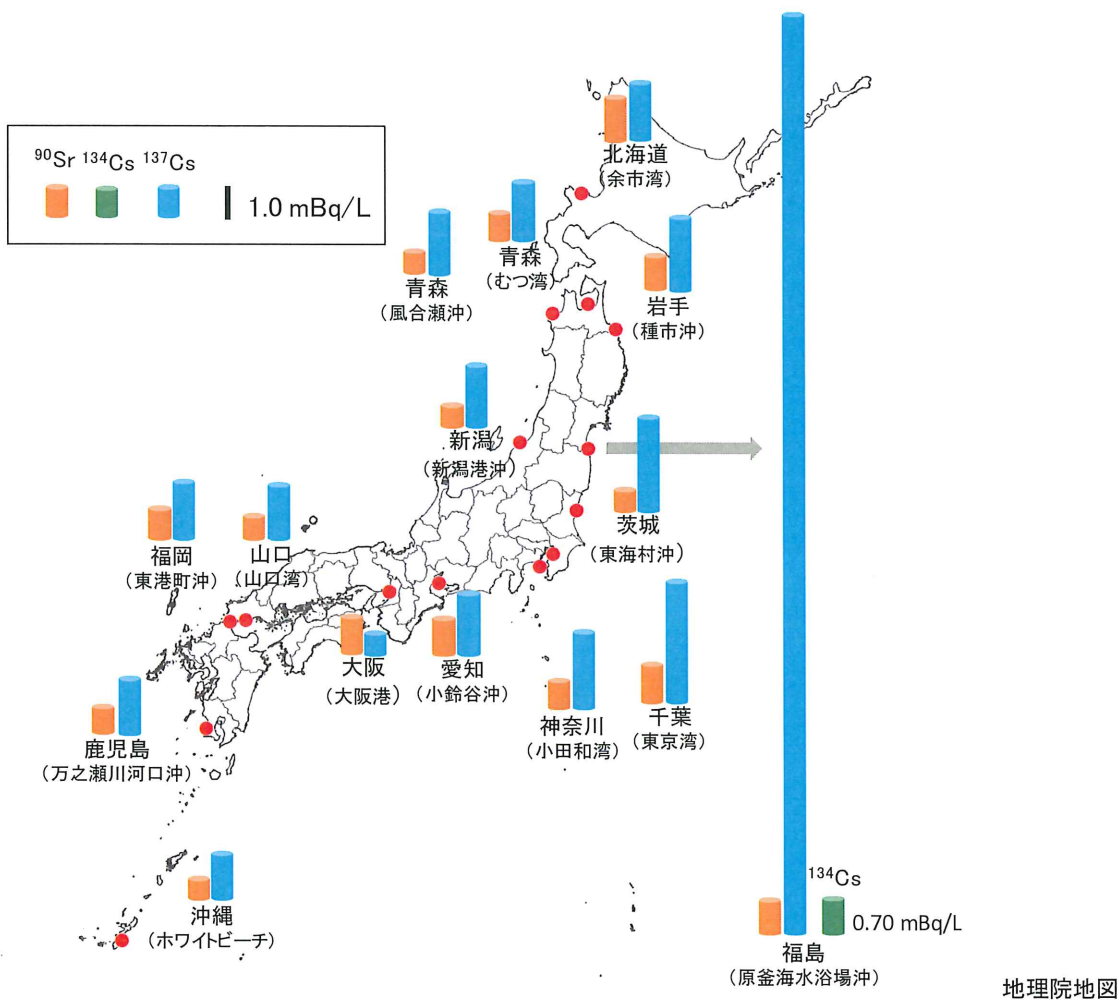


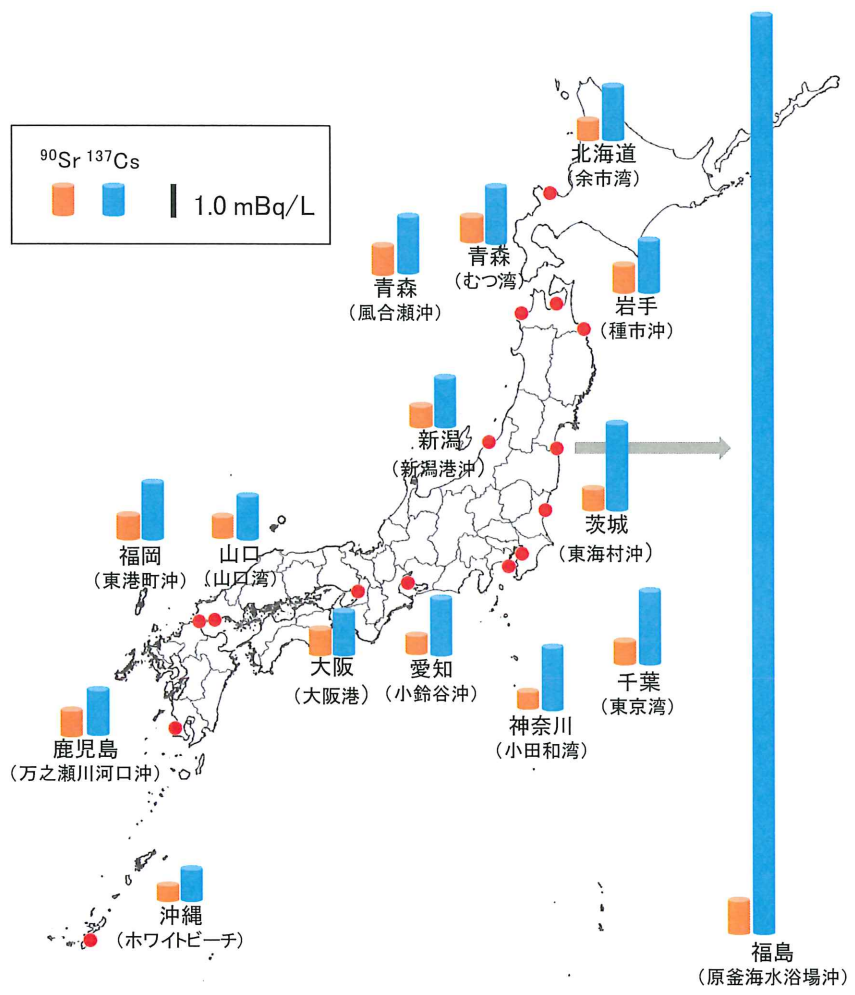
図 2-4-2 2018 年度 海水中の  $^{90}\text{Sr}$  及び放射性セシウム分析結果

表 2-4-3 2019 年度 海水中の  $^{90}\text{Sr}$  及び放射性セシウム分析結果

採取場所	$^{90}\text{Sr}$ (mBq/L)	$^{137}\text{Cs}$ (mBq/L)	$^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$ 放射能比
北海道余市郡余市町(余市湾)	0.76 ± 0.15	1.8 ± 0.19	2.3
青森県東津軽郡平内町(むつ湾)	0.91 ± 0.15	1.8 ± 0.20	2.0
青森県西津軽郡深浦町(風合瀬沖)	1.0 ± 0.15	1.9 ± 0.20	1.8
岩手県九戸郡洋野町(種市沖)	1.0 ± 0.16	1.8 ± 0.20	1.8
福島県相馬市(原釜海水浴場沖)*	0.81 ± 0.14	8.3 ± 0.27	10
新潟県新潟市中央区(新潟港沖)	0.80 ± 0.15	1.6 ± 0.19	2.0
茨城県那珂郡東海村(東海村沖)	0.82 ± 0.14	2.8 ± 0.22	3.4
千葉県袖ヶ浦市(東京湾)	0.84 ± 0.14	2.3 ± 0.22	2.8
神奈川県横須賀市(小田和湾)	0.70 ± 0.13	2.0 ± 0.20	2.9
愛知県常滑市(小鈴谷沖)	0.72 ± 0.14	1.9 ± 0.20	2.6
大阪府大阪市港区(大阪港)	0.91 ± 0.16	1.4 ± 0.18	1.6
山口県山口市(山口湾)	0.82 ± 0.14	1.5 ± 0.20	1.8
福岡県北九州市門司区(父先沖)	0.86 ± 0.14	1.8 ± 0.20	2.1
鹿児島県南さつま市(万之瀬川河口沖)	0.95 ± 0.14	1.5 ± 0.20	1.6
沖縄県うるま市(ホワイトビーチ)	0.62 ± 0.14	1.1 ± 0.19	1.8

\*  $^{134}\text{Cs}$  : 不検出

2019 年度に福島県相馬市(原釜海水浴場沖)において採取された海水は、 $^{134}\text{Cs}$  が不検出であったが、他の海水と比較して  $^{137}\text{Cs}$  濃度が高く、また、 $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$  放射能比についても他の海水と比較して高かった。



地理院地図

図 2-4-3 2019 年度 海水中の  $^{90}\text{Sr}$  及び放射性セシウム分析結果

## 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

2018 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  $^{238}\text{Pu}$ 、 $^{239}\text{Pu}$ 、 $^{240}\text{Pu}$ 、 $^{241}\text{Pu}$  であり、 $^{241}\text{Am}$  は  $^{241}\text{Pu}$ （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、 $\alpha$  線スペクトロメトリーによる  $^{238}\text{Pu}$  及び  $^{239+240}\text{Pu}$  の分析、ICP 質量分析装置（ICP-MS）による  $^{239}\text{Pu}$ 、 $^{240}\text{Pu}$  の分析、液体シンチレーションカウンタによる  $^{241}\text{Pu}$  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、 $\alpha$  線スペクトロメトリーによる  $^{241}\text{Am}$  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  $^{241}\text{Pu}$  測定については、 $\beta$  線の最大エネルギーが  $^{241}\text{Pu}$  と近い  $^3\text{H}$  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、2013 年度から 2017 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	2018 年度 採取分 (n=49)	2013～2017 年度 採取分 (n=245)
$^{238}\text{Pu}$	0～5	平均値 最小値～最大値	0.030 ND～0.067	0.030 ND～0.093
	5～20	平均値 最小値～最大値	0.016 ND～0.026	0.017 ND～0.046
$^{239+240}\text{Pu}$	0～5	平均値 最小値～最大値	0.41 ND～2.6	0.41 ND～3.1
	5～20	平均値 最小値～最大値	0.20 ND～0.78	0.20 ND～1.4

2018 年度における採取深さ 0～5cm の各地点の  $^{238}\text{Pu}$  濃度は ND（検出されず）～0.067 Bq/kg 乾土、 $^{239+240}\text{Pu}$  濃度は ND～2.6 Bq/kg 乾土であり、採取深さ 5～20cm の  $^{238}\text{Pu}$  濃度は ND～0.026 Bq/kg 乾土、 $^{239+240}\text{Pu}$  濃度は ND～0.78 Bq/kg 乾土の範囲であり、いずれも 2013 年度から 2017 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 に示す。 $^{238}\text{Pu}$  濃度を図 2-5-2、プルトニウム同位体 ( $^{238}\text{Pu}$ 、 $^{239+240}\text{Pu}$ ) の放射能比を図 2-5-3 に示す。例年同様、数地点（茨城県、長野県、大分県）の  $^{239+240}\text{Pu}$  濃度がやや高い値を示したが、2018 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 2013 年度から 2017 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 0.026 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。

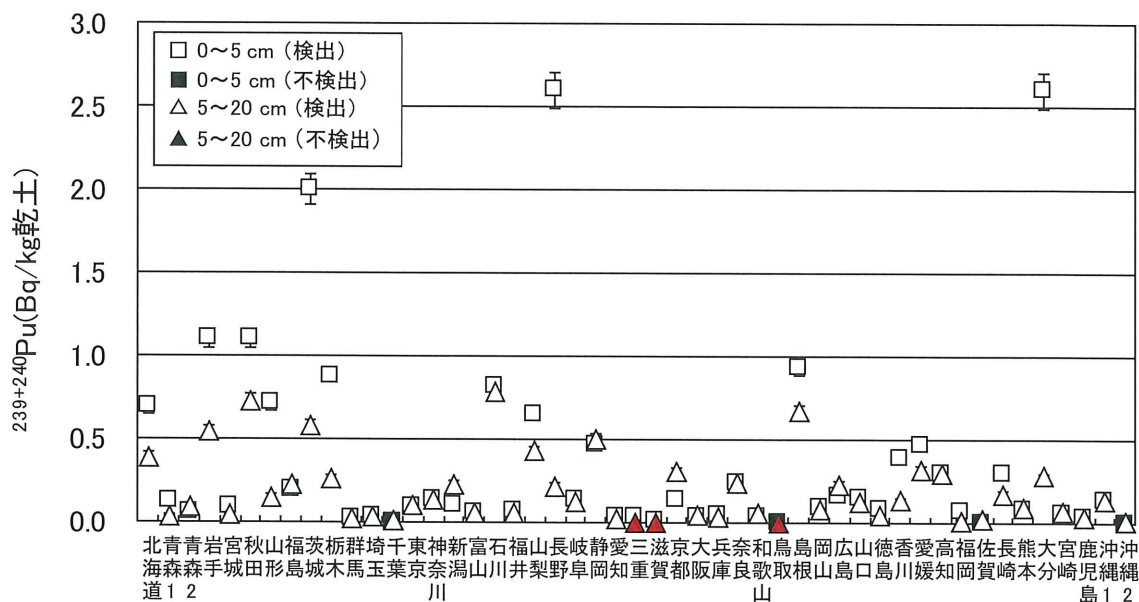


図 2-5-1 土壌中の  $^{239+240}\text{Pu}$  濃度 (2018 年度採取分)

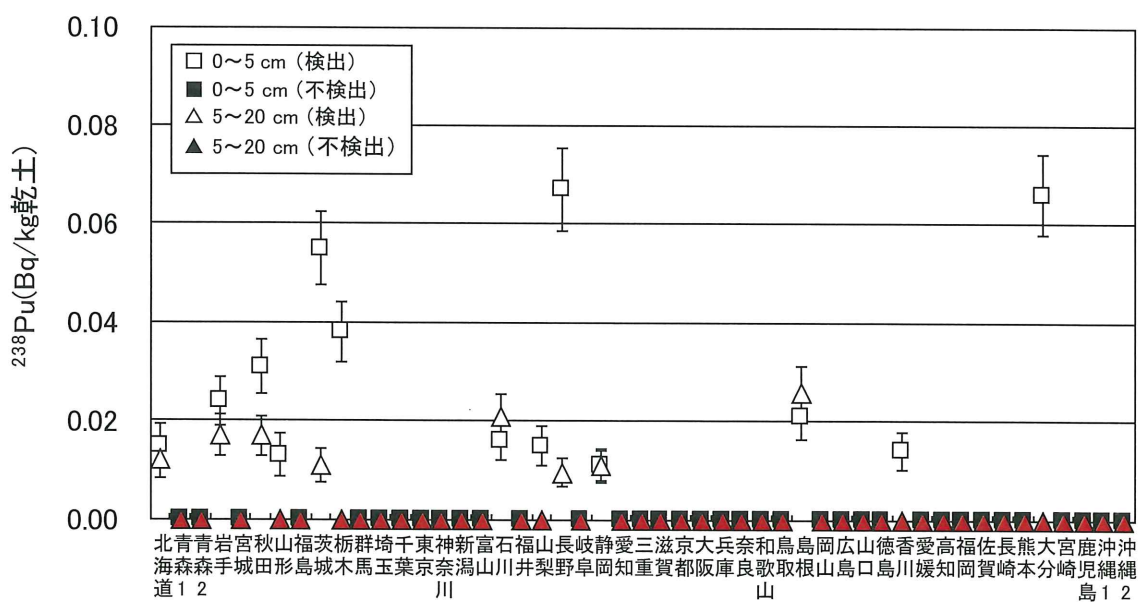


図 2-5-2 土壌中の  $^{238}\text{Pu}$  濃度 (2018 年度採取分)

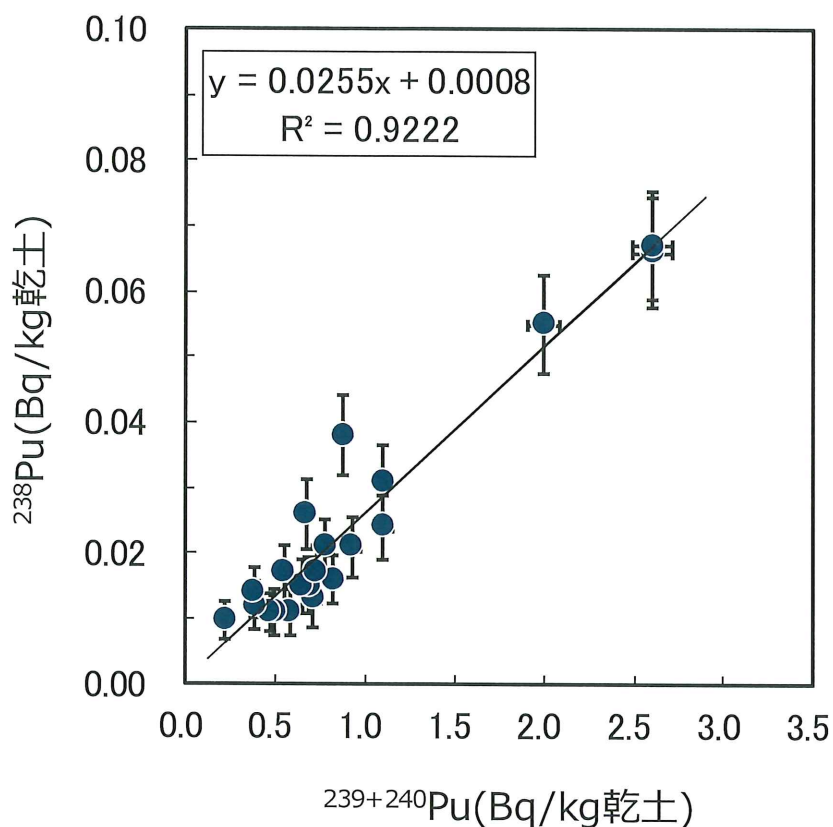


図 2-5-3 土壤中の  $^{238}\text{Pu}$  と  $^{239+240}\text{Pu}$  放射能比

表 2-5-2 に示すとおり、2018 年度における  $^{239+240}\text{Pu}$  の蓄積量は ND (検出されず) ~ 150 MBq/km<sup>2</sup> (平均値 31 MBq/km<sup>2</sup>)、であり、いずれも 2013 年度から 2017 年度の調査結果と同程度であった。なお、UNSCEAR2000 レポートによれば、北半球 (北緯 20~50 度) の  $^{239+240}\text{Pu}$  降下量はおよそ 30~60MBq/km<sup>2</sup> である。

表 2-5-2 過去の調査結果と比較 (蓄積量)

単位: MBq/km<sup>2</sup>

核種名	深さ (cm)	項目	2018 年度 採取分 (n=49)	2013~2017 年度 採取分 (n=245)
$^{239+240}\text{Pu}$	0~20	平均値 最小値~最大値	31 ND~150	31 ND~207

$^{239+240}\text{Pu}$  と  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{134}\text{Cs}$  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 0.048 (n=69) であった。

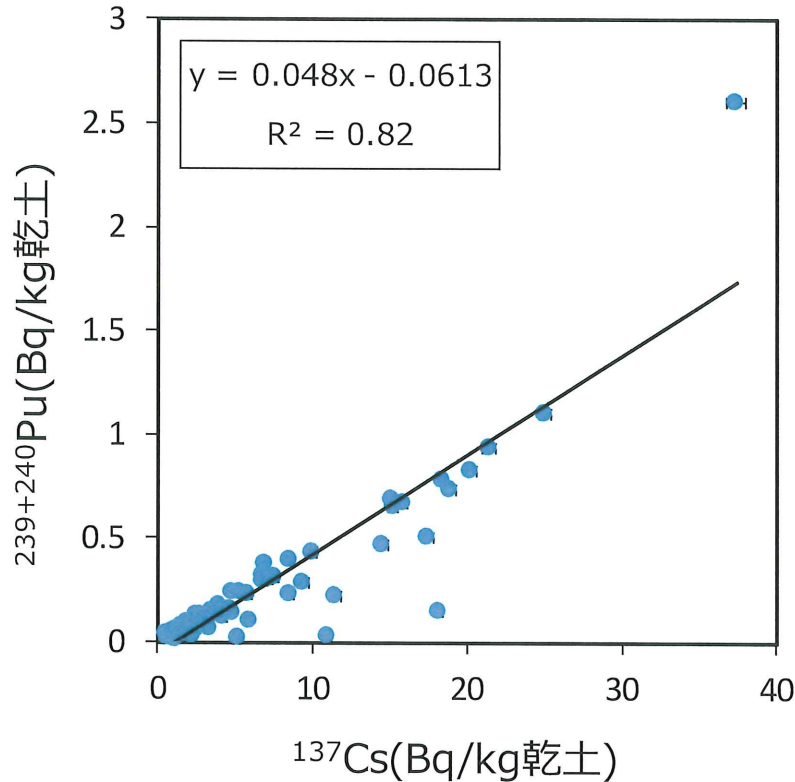


図 2-5-4 土壤中の  $^{239+240}\text{Pu}$  と  $^{137}\text{Cs}$  放射能比

図 2-5-4 の  $^{239+240}\text{Pu}$  と  $^{137}\text{Cs}$  放射能比の相関から下側に大きく外れた結果は、東日本で採取された試料であったことから福島第一原子力発電所事故の影響を受け、その寄与分の  $^{137}\text{Cs}$  がグローバルフォールアウト由来の  $^{137}\text{Cs}$  に加わるため、 $^{239+240}\text{Pu}$  との比が小さくなったものと考えられる。また、相関から上側に大きく外れた 1 地点の結果は、試料採取地点の土壤の組成により土壤中の Pu と Cs の挙動の違いが結果に表れたものと考えられる。

土壤全 98 試料について、ICP 質量分析装置 (ICP-MS) による  $^{239}\text{Pu}$ 、 $^{240}\text{Pu}$  の分析及び液体シンチレーションカウンタによる  $^{241}\text{Pu}$  の分析を実施した。 $^{239}\text{Pu}$  と  $^{240}\text{Pu}$  の原子数比を図 2-5-5 に、採取地点毎の  $^{239}\text{Pu}$  と  $^{240}\text{Pu}$  の原子数比を図 2-5-6 に、 $^{241}\text{Pu}$  と  $^{239+240}\text{Pu}$  の放射能比を図 2-5-7 に、 $^{241}\text{Pu}$  と  $^{239}\text{Pu}$  の原子数比を図 2-5-8 に示す。 $^{239}\text{Pu}$  と  $^{240}\text{Pu}$  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壤 60 試料の平均値 ( $0.176 \pm 0.014$ ) と同程度であった。図 2-5-6 に示した採取地点毎の  $^{239}\text{Pu}$  と  $^{240}\text{Pu}$  の原子数比には一部高い地点が見られたが、土壤中の Pu 濃度が低く測定のばらつきに起因したものと考えられる。 $^{241}\text{Pu}$  と  $^{239+240}\text{Pu}$  の放射能比 ( $^{241}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ ) は 0.84 であり、過去の調査結果 (0.56~1.3) の範囲内であった。 $^{241}\text{Pu}$  と  $^{239}\text{Pu}$  の原子数比 ( $^{241}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ ) は 0.0015 であり、Kelley ら (1999) が測定したフォールアウト由来の北緯 0~30 度の土壤 0.00188 と同程度であった。

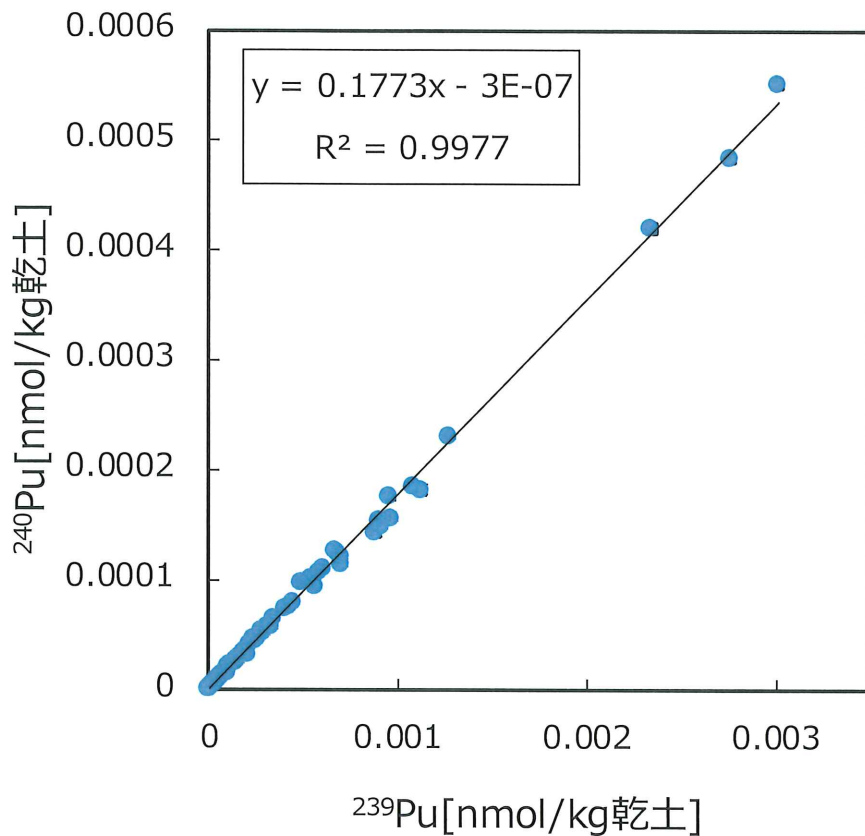


図 2-5-5 土壤中の  $^{239}\text{Pu}$  と  $^{240}\text{Pu}$  の原子数比 ( $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ )

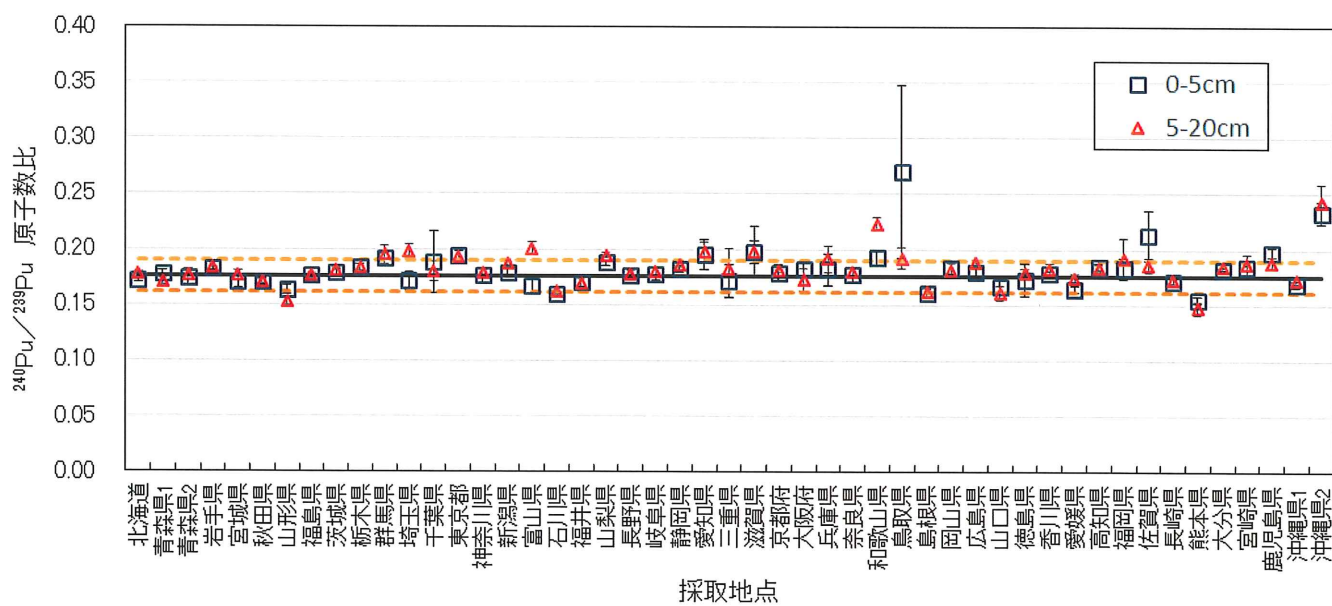


図 2-5-6 採取地点毎の土壤中の  $^{240}\text{Pu}$  と  $^{239}\text{Pu}$  の原子数比 ( $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ )

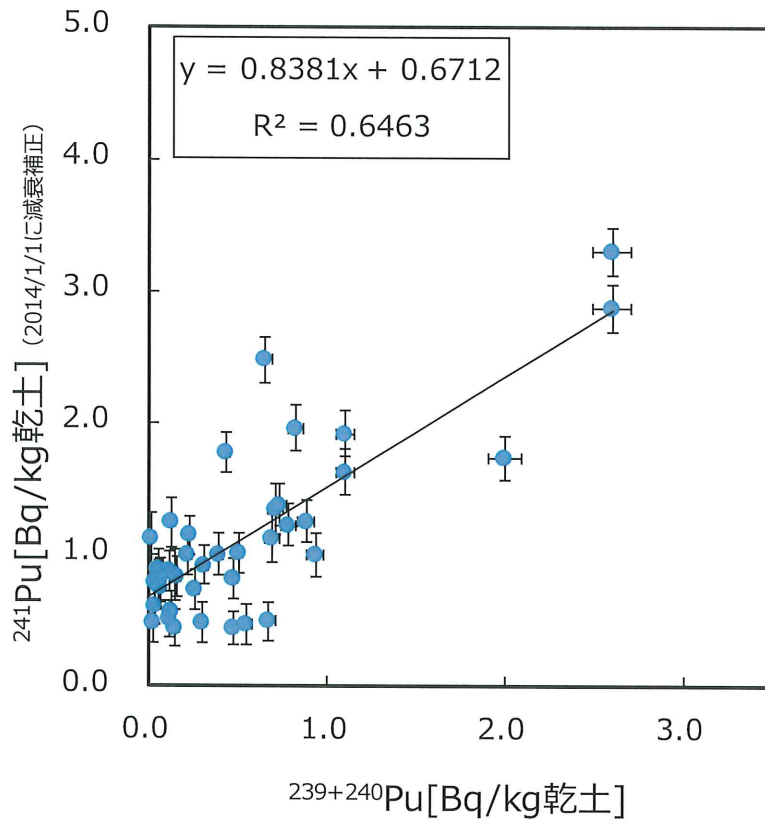


図 2-5-7 土壤中の  $^{241}\text{Pu}$  と  $^{239+240}\text{Pu}$  の放射能比  
 ※ $^{241}\text{Pu}$  の放射能は 2014 年 1 月 1 日に減衰補正した値である

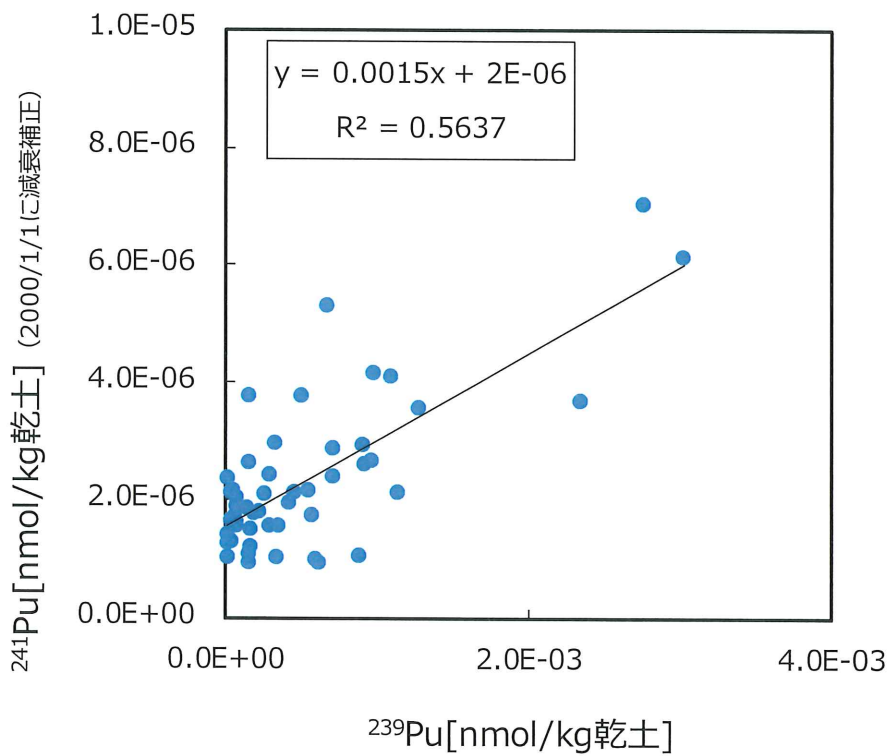


図 2-5-8 土壤中の  $^{241}\text{Pu}$  と  $^{239}\text{Pu}$  の原子数比  
 ※ $^{241}\text{Pu}$  の放射能は 2000 年 1 月 1 日に減衰補正した値である

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	2018. 8. 10	2.6 ±0.11	9	石川県	5-20	2018. 7. 18	0.78±0.038
2	長野県	0-5	2018. 7. 10	2.6 ±0.11	10	秋田県	5-20	2018. 9. 28	0.73±0.038
3	茨城県	0-5	2018. 5. 17	2.0 ±0.09	11	山形県	0-5	2018. 8. 2	0.71±0.042
4	岩手県	0-5	2018. 8. 20	1.1 ±0.05	12	北海道	0-5	2018. 11. 28	0.69±0.040
5	秋田県	0-5	2018. 9. 28	1.1 ±0.05	13	島根県	5-20	2018. 7. 11	0.67±0.035
6	島根県	0-5	2018. 7. 11	0.93±0.047	14	山梨県	0-5	2018. 8. 22	0.65±0.036
7	栃木県	0-5	2018. 10. 17	0.88±0.044	15	茨城県	5-20	2018. 5. 17	0.58±0.032
8	石川県	0-5	2018. 7. 18	0.82±0.040					

上記 15 試料については、 $\alpha$  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。 $^{241}\text{Am}$  は 15 試料全てから検出され、その濃度は 0.26~1.1 Bq/kg 乾土と、過去 5 年間の調査結果 (0.15~1.2 Bq/kg 乾土) の範囲内であった。

$^{242}\text{Cm}$  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様であった。

$^{241}\text{Am}$  と  $^{239+240}\text{Pu}$  の放射能比を図 2-5-9 に示す。その放射能比 ( $^{241}\text{Am}/^{239+240}\text{Pu}$ ) は 0.42 であり、過去 5 年間の調査結果 (0.41~0.45) の範囲内であった。また、 $^{241}\text{Am}$  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  $^{241}\text{Am}$  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。



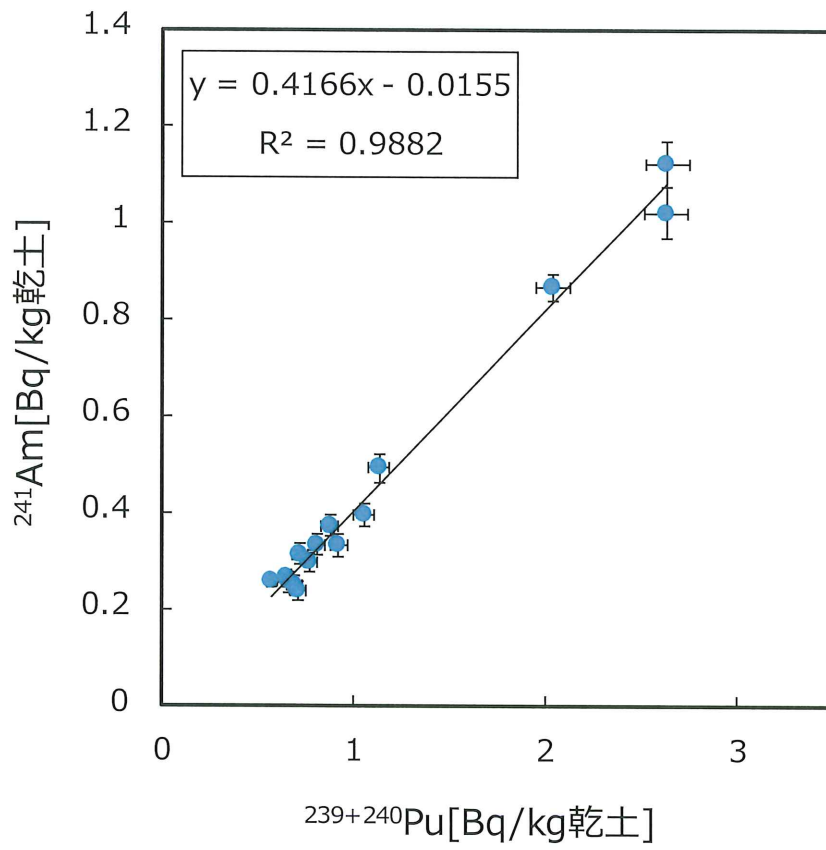


図 2-5-9 土壤中の  $^{241}\text{Am}$  と  $^{239+240}\text{Pu}$  の放射能比

## 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、 $\alpha$  線スペクトロメトリーによる  $^{238}\text{Pu}$ 、 $^{239+240}\text{Pu}$  の分析及び ICP 質量分析装置 (ICP-MS) による  $^{239}\text{Pu}$ 、 $^{240}\text{Pu}$  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

$\alpha$  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 2-5-10 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 2-5-11 に示す。 $^{238}\text{Pu}$  濃度は  $\text{ND} \sim 0.00000044\text{mBq}/\text{m}^3$ 、 $^{239} + ^{240}\text{Pu}$  濃度は  $0.00000052 \sim 0.0000066\text{mBq}/\text{m}^3$  であった。過去 3 年間の傾向と同様、4 月付近に  $^{239+240}\text{Pu}$  濃度が高い値を示した。2019 年 1 月及び 10 月採取分の大気浮遊じんからは  $^{238}\text{Pu}$  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  $0.066 \pm 0.022$  及び  $0.18 \pm 0.053$  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が、 $^{238}\text{Pu}$  の放射能濃度が低く、計数の統計変動が大きいことから、有意な差と判断することは難しいと考えられる。 $^{238}\text{Pu}$  が検出されたのは 2 試料と少なく、今後も引き続きデータの蓄積を図るとともに、測定の精度を上げるために測定時間を長くするなどの対応をする必要がある。なお、 $^{239}\text{Pu}$  と  $^{240}\text{Pu}$  の原子数比 ( $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ ) は、2019 年 1 月採取分では  $0.13 \pm 0.0052$ 、10 月採取分では  $0.17 \pm 0.021$  であり、Krey ら (1976) が測定した世界の土壌 60 試料の平均値 ( $0.176 \pm 0.014$ ) と同程度であった。また、2019 年 1 月から 12 月採取分の  $^{239}\text{Pu}$  と  $^{240}\text{Pu}$  の原子数比 ( $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ ) は、 $0.14$  であった。

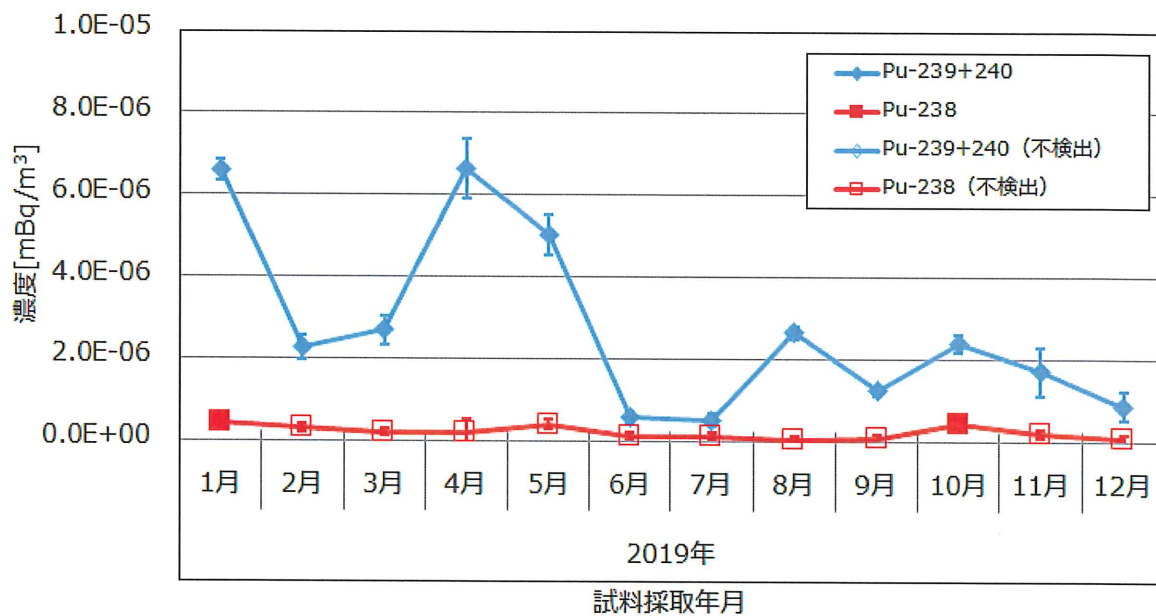


図 2-5-10 採取月毎の  $^{238}\text{Pu}$  と  $^{239+240}\text{Pu}$  濃度

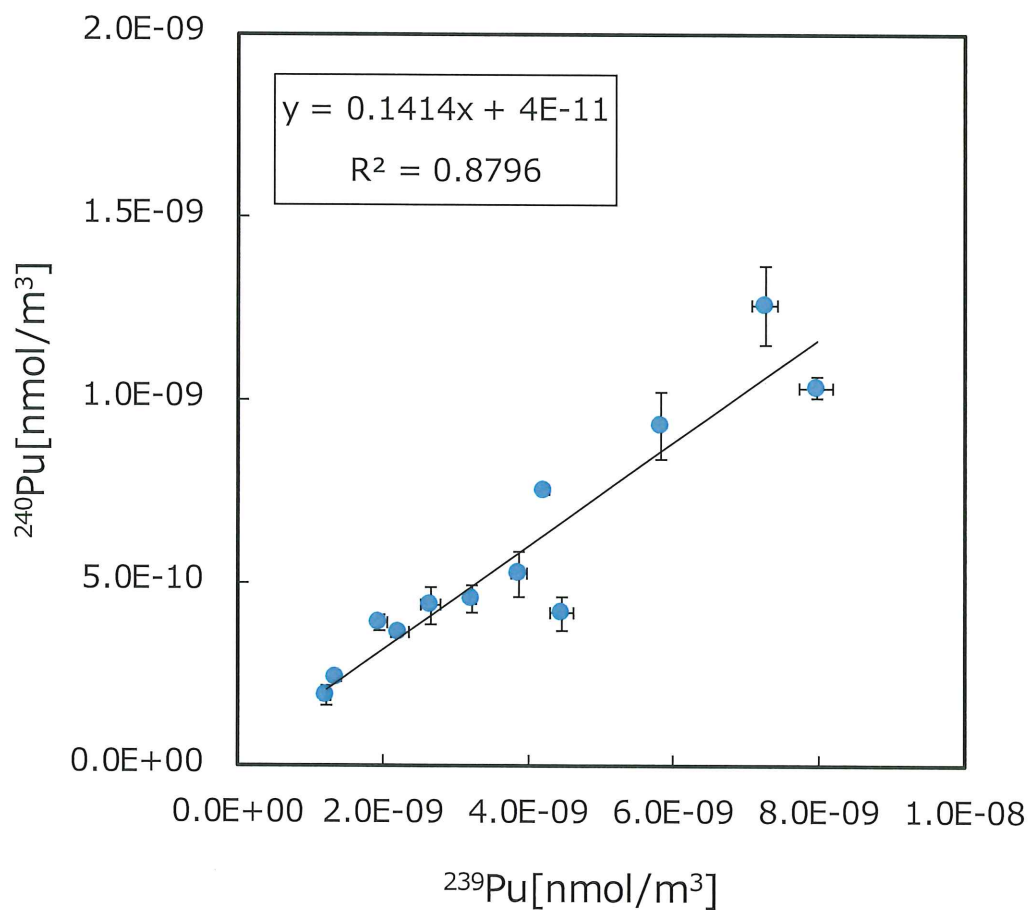


図 2-5-11 大気浮遊じんの  $^{239}\text{Pu}$  と  $^{240}\text{Pu}$  の原子数比 ( $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ )

## 2.6 ヨウ素 129 分析

### (1) 概要

2019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<sup>129</sup>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<sup>129</sup>I濃度及び<sup>129</sup>I/<sup>127</sup>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(<sup>129</sup>I/<sup>127</sup>I)を測定した。また、<sup>129</sup>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(<sup>127</sup>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

2019年度に採取した試料の分析結果を表 2-6-1、2011年度から2018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<sup>129</sup>I濃度は、採取深度 0-5 cm で 0.24～0.59 (mBq/kg 乾土)、採取深度 5-20 cm で 0.10～0.39 (mBq/kg 乾土)であった。牛乳(市販乳)は、0.0004～0.0021 (mBq/L)、海藻(コンブ、アカモク、アラメ)は、0.18～0.43 (mBq/kg 生)、野菜(キャベツ)は、0.000046～0.000066 (mBq/kg 生)であった。<sup>129</sup>I/<sup>127</sup>I原子数比については、採取深度 0～5cm の土壌試料で $(2.5\sim 10)\times 10^{-9}$ 、採取深度 5～20 cm で $(1.6\sim 4.2)\times 10^{-9}$ であった。牛乳(市販乳)は、 $4.1\times 10^{-10}\sim 1.1\times 10^{-9}$ 、海藻は、 $5.7\times 10^{-11}\sim 1.1\times 10^{-10}$ 、野菜(キャベツ)は、 $(1.6\sim 3.7)\times 10^{-9}$ 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  $^{129}\text{I}$  濃度は 5～20 cm における  $^{129}\text{I}$  濃度より高かった。 $^{129}\text{I}$  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高めのデータがあるものの、 $^{129}\text{I}$  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、 $^{129}\text{I}$  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、 $^{129}\text{I}$  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

昨年度までの調査結果を踏まえて、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 (2018 年 9 月～2019 年 12 月) を用いて、 $^{129}\text{I}$  の経年変化について調査した。また、昨年度までの調査結果には 2017 年 3 月及び 2018 年 3 月に採取した大気浮遊じんの  $^{129}\text{I}$  濃度及び  $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$  原子数比が高くなる傾向が観測され、その影響因子を調べるため、花粉中の  $^{129}\text{I}$  の有無について調査した。

大気浮遊じん試料の採取記録を表 2-6-2、表 2-6-3 及び表 2-6-4 に示す。

得られた大気浮遊じんの調査結果を図 2-6-9、図 2-6-10 に示す。2017 年 1 月～2019 年 12 月に採取された試料の  $^{129}\text{I}$  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、7 月～10 月に上昇) が観測された。また、花粉の分析結果を示した表 2-6-5 より、花粉中に放射性ヨウ素が含まれていることを確認した。これは、3 月に採取された大気浮遊じんの  $^{129}\text{I}$  濃度及び  $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$  原子数比が高くなる一因であると考えられる。なお、2016 年に採取された千葉の花粉の  $^{129}\text{I}$  濃度及び  $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$  原子数比は、いずれも 2010 年に採取された鳥取の花粉の結果より高かった。千葉の花粉は 2016 年に採取されたものであるため、グローバルフォールアウト以外の  $^{129}\text{I}$  の起源として、福島第一原発事故由来が推測され、さらなる検証が必要と考えられる。

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  $^{129}\text{I}$  濃度及び  $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$  原子数に影響する因子を考察するには、データ数が十分ではない。さらなる解析をするため、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	2019.11.25	0.44 ± 0.014		7.0E-09 ± 2.2E-10
		5-20cm			0.18 ± 0.006		2.7E-09 ± 9.0E-11
	秋田県	0-5cm	秋田市	2019.09.25	0.59 ± 0.014	mBq/kg (乾土)	2.5E-09 ± 5.9E-11
		5-20cm			0.39 ± 0.010		1.6E-09 ± 3.9E-11
牛乳	北海道	0-5cm	市原市	2019.07.30	0.24 ± 0.007		1.0E-08 ± 3.2E-10
		5-20cm			0.10 ± 0.004		4.2E-09 ± 1.7E-10
	秋田県	市販乳	釧路市	2019.08.20	0.0004 ± 0.00003		8.4E-10 ± 6.9E-11
					千葉県		0.0010 ± 0.00008
海藻	北海道	コンブ	余市郡余市町	2019.08.08	0.43 ± 0.009		7.3E-11 ± 1.6E-12
							秋田県
	千葉県	アラム	御宿町岩和田 漁港沖	2019.07.22	0.18 ± 0.005	5.7E-11 ± 1.5E-12	
						秋田県	キャベツ
千葉県	0.000046 ± 0.0000108	3.7E-09 ± 8.7E-10					
野菜	千葉県	キャベツ	長生郡長柄町	2019.08.07	0.000066 ± 0.0000090		1.6E-09 ± 2.2E-10

注) 「E-X」は「 $10^{-X}$ 」を意味している。



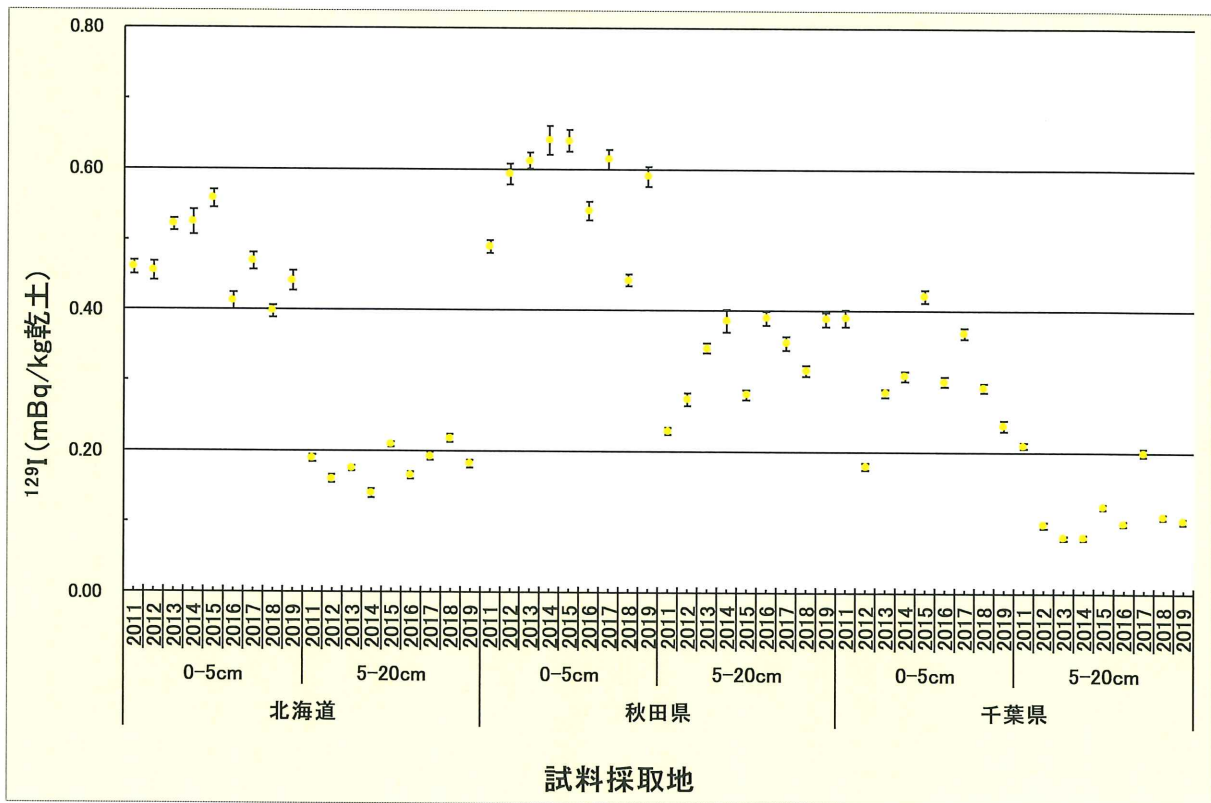


図 2-6-1 土壌 (0-5cm、5-20cm) の  $^{129}\text{I}$  濃度

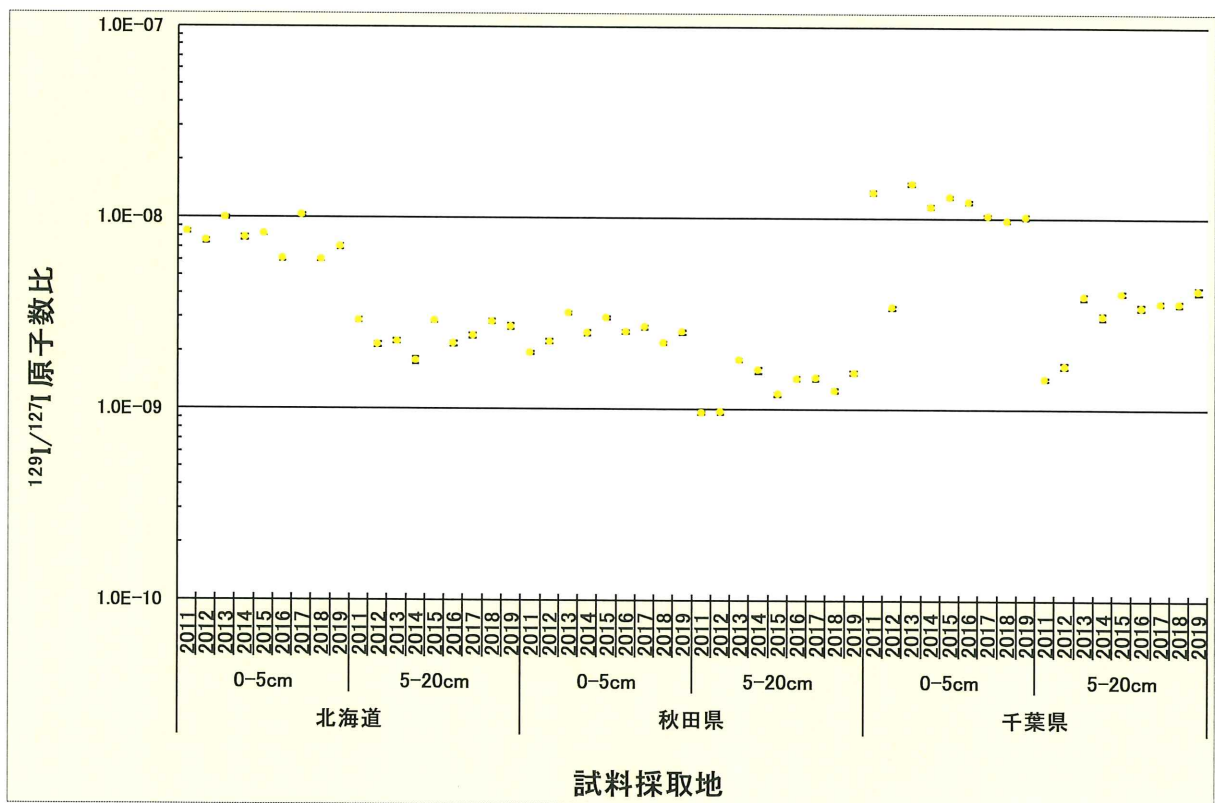


図 2-6-2 土壌 (0-5cm、5-20cm) の  $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$  原子数比

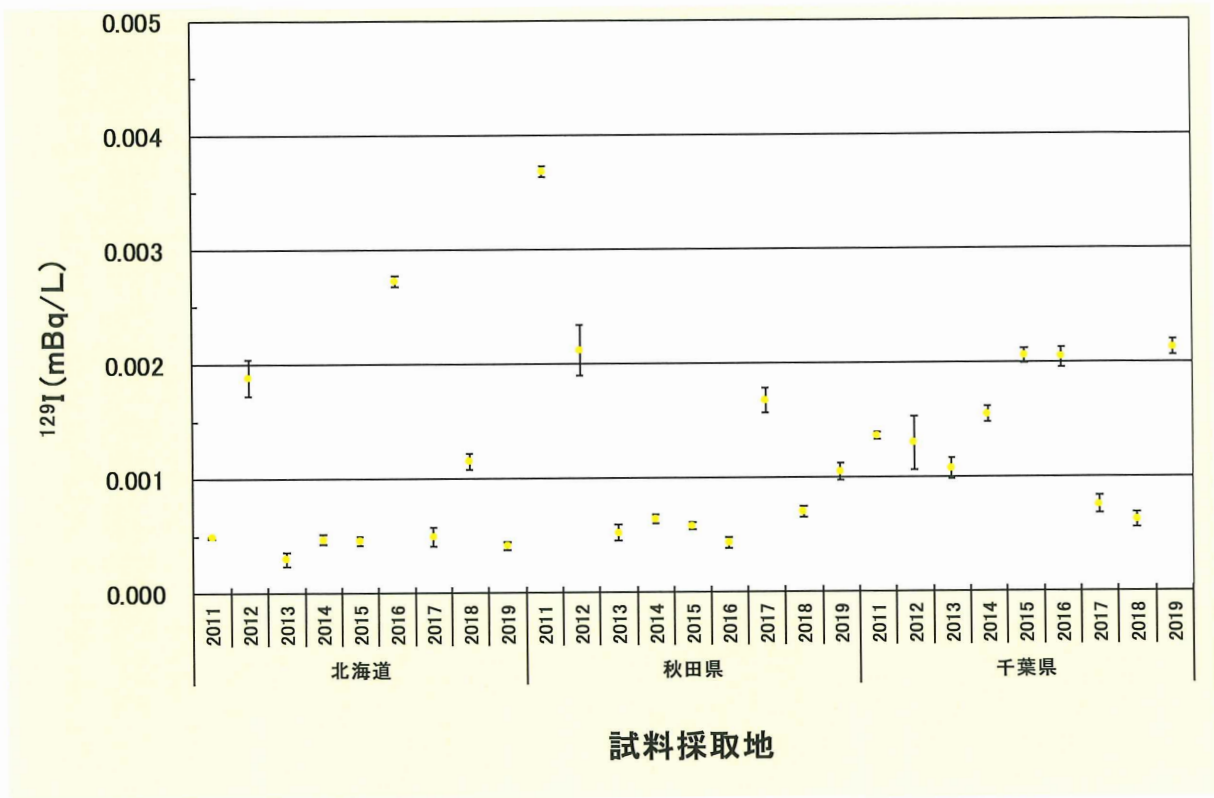


図 2-6-3 牛乳の  $^{129}\text{I}$  濃度

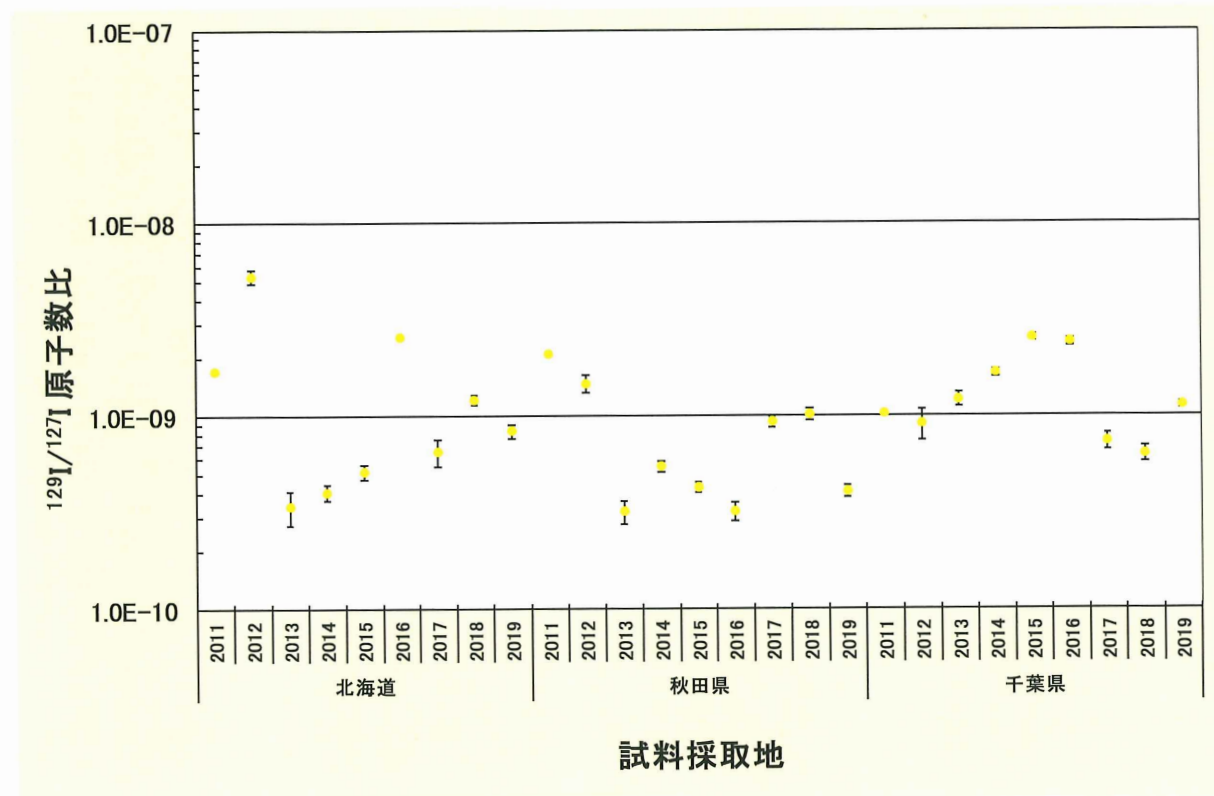


図 2-6-4 牛乳の  $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$  原子数比

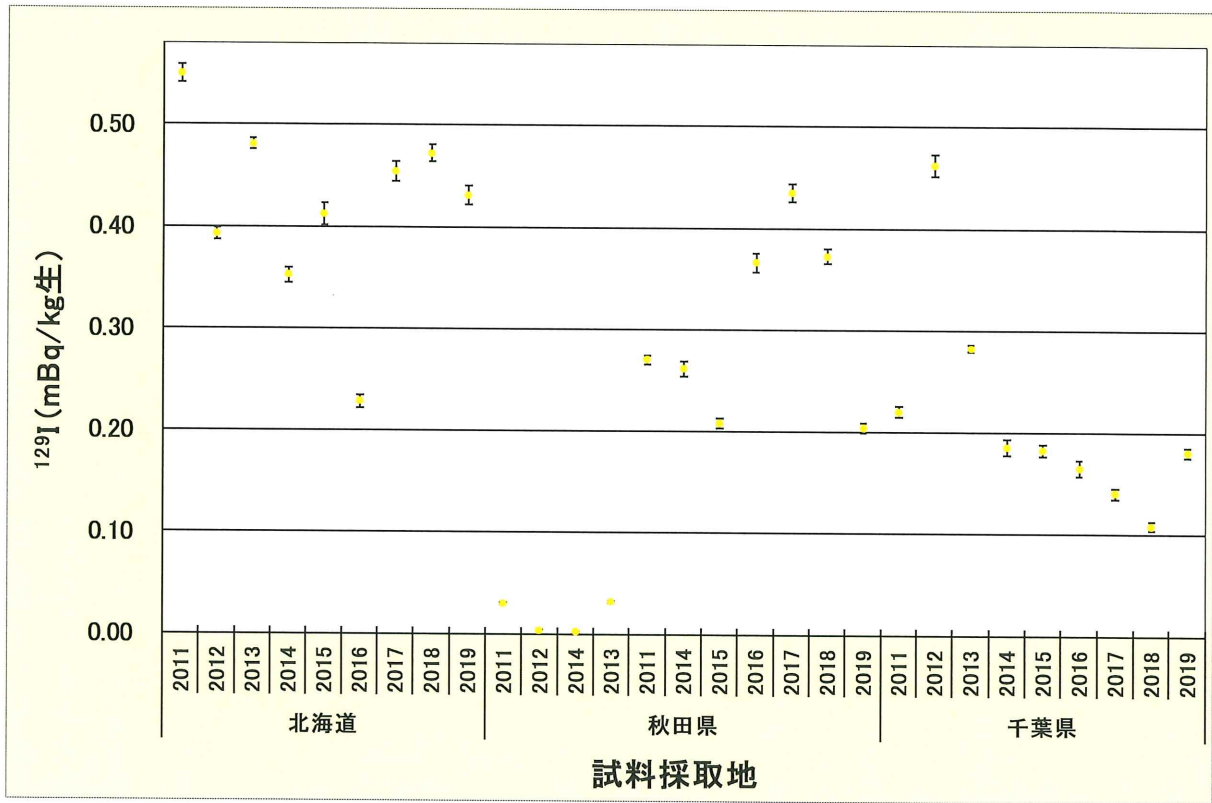


図 2-6-5 海藻の  $^{129}\text{I}$  濃度

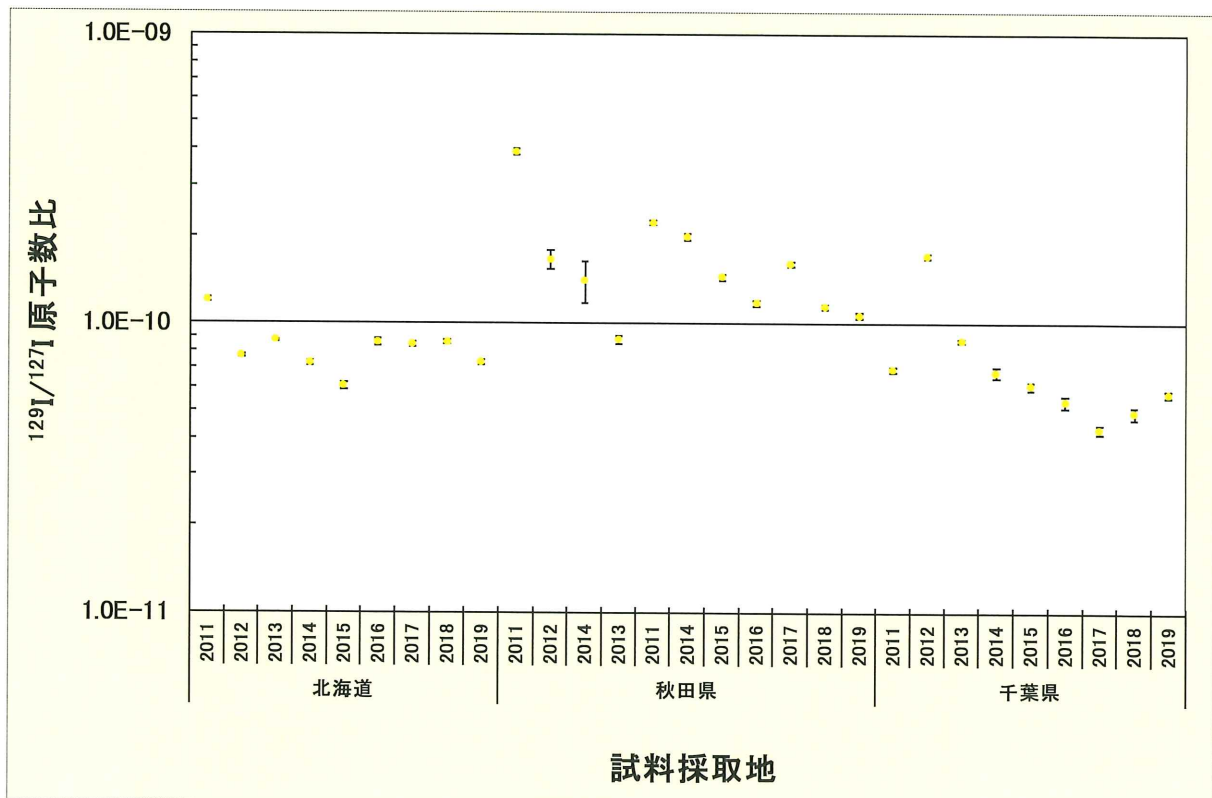


図 2-6-6 海藻の  $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$  原子数比

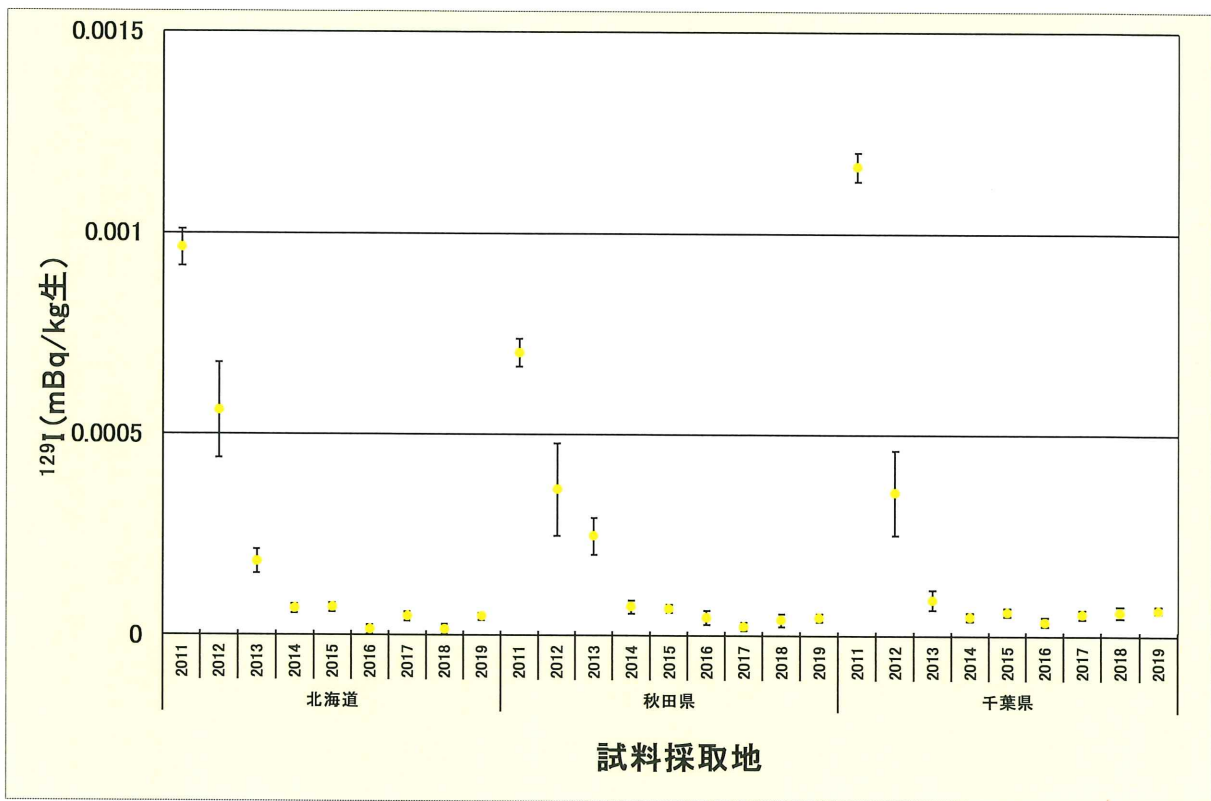


図 2-6-7 野菜の  $^{129}\text{I}$  濃度

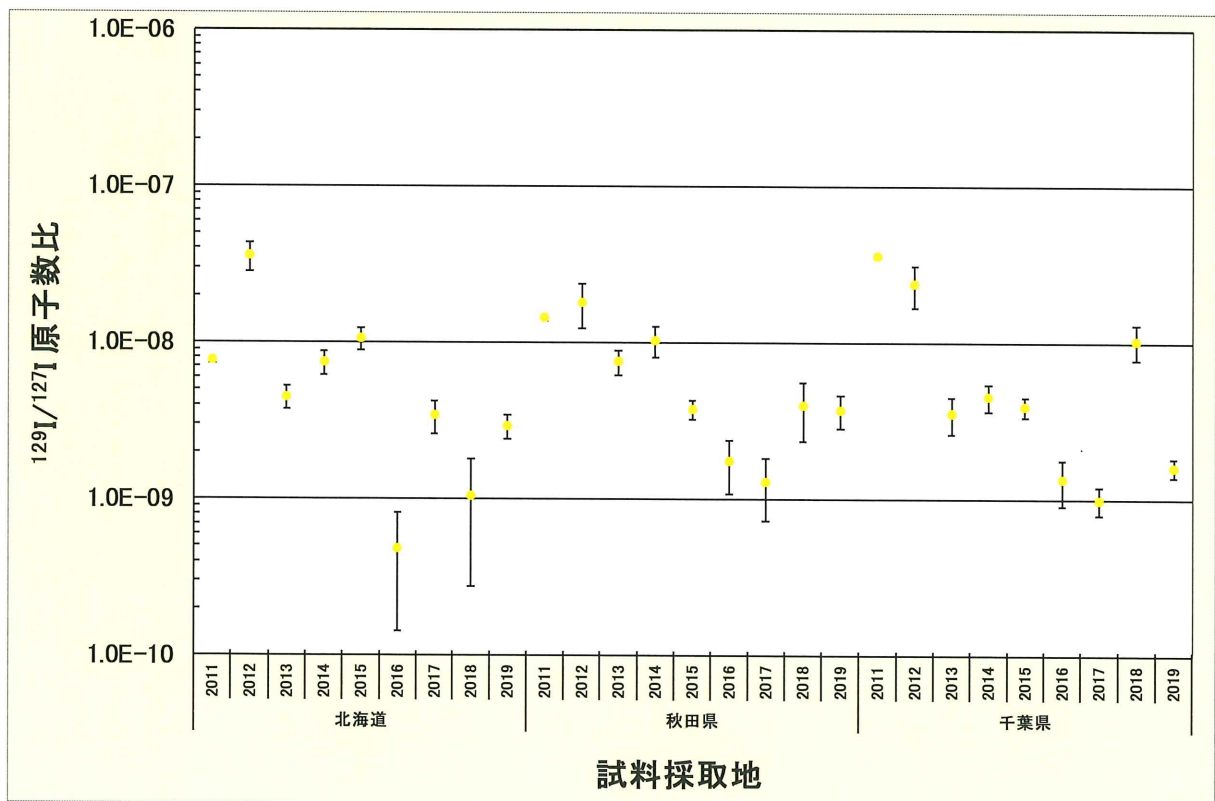


図 2-6-8 野菜の  $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$  原子数比

表 2-6-2 2017 年 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 <sup>3</sup> )	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 <sup>3</sup> )	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 2018 年 大気浮遊じんの採取記録★

採取期間	20180102～20180205	20180205～20180305	20180305～20180402	20180402～20180502	20180502～20180604	20180604～20180702
積算流量 (m <sup>3</sup> )	542016.1	441588.5	454011.3	483337.7	527393.0	453137.4
試料重量 (g)	157.02	130.34	133.81	139.72	144.66	122.41
採取期間	20180702～20180806	20180806～20170903	20180903～20181002	20181002～20181105	20181105～20181203	20181203～20190108
積算流量 (m <sup>3</sup> )	561785.3	449091.6	469069.1	544905.6	446695.0	565946.8
試料重量 (g)	157.50	126.16	123.83	154.96	124.30	155.29

★採取地点：千葉市

表 2-6-4 2019 年 大気浮遊じんの採取記録★

採取期間	20190108～20190204	20190204～20190304	20190304～20190401	20190401～20190507	20190507～20190603	20190603～20190701
積算流量 (m <sup>3</sup> )	425970.6	443648.9	450715.3	580206.8	434794.1	454118.4
試料重量 (g)	132.77	131.29	126.99	157.96	128.13	125.01
採取期間	20190701～20190805	20190805～20190902	20190902～20191007	20191007～20191105	20191105～20191202	20191202～20200106
積算流量 (m <sup>3</sup> )	565763.0	452183.3	566124.2	461681.6	434011.8	558043.8
試料重量 (g)	152.94	127.07	156.21	123.47	124.91	153.62

★採取地点：千葉市

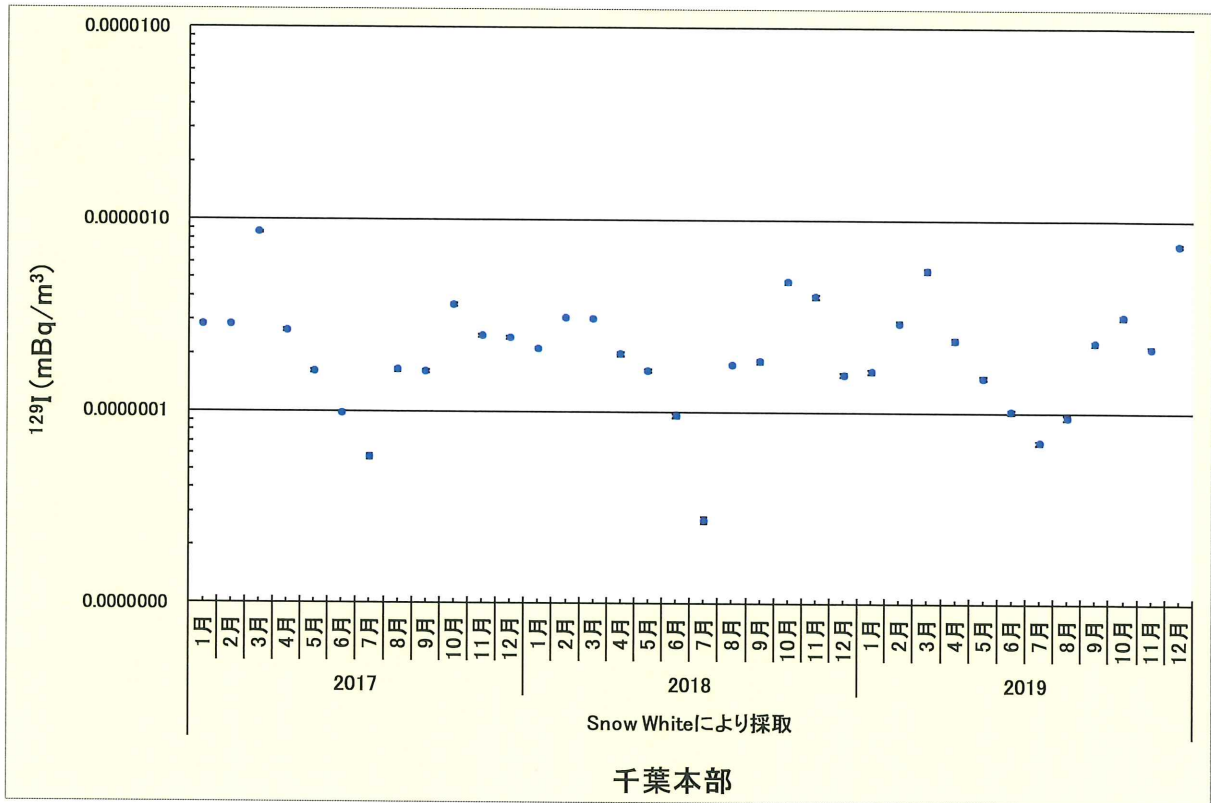


図 2-6-9 大気浮遊じんの  $^{129}\text{I}$  濃度

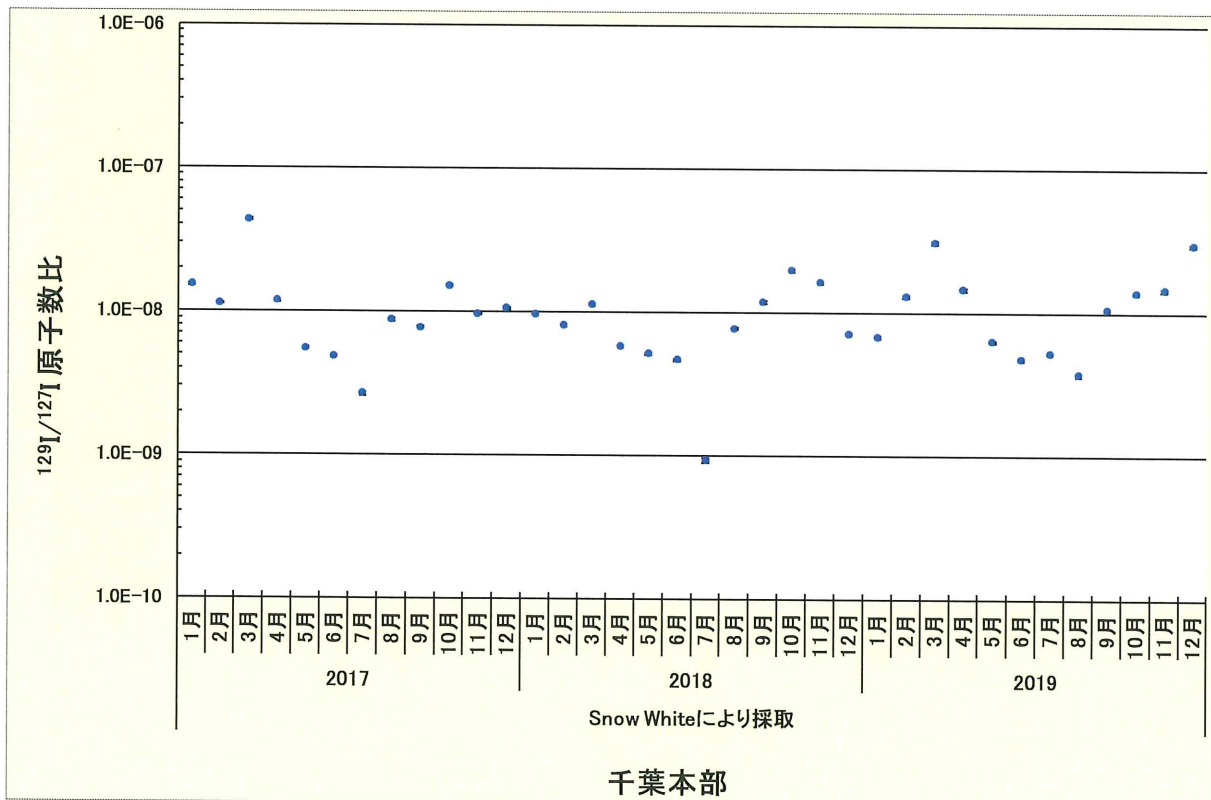


図 2-6-10 大気浮遊じんの  $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$  原子数比

表 2-6-5 花粉中のヨウ素 129 分析結果

試料名	採取場所	採取時期	測定結果			
			ヨウ素129	単位	原子数比 ( $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ )	乗数
スギ花粉	鳥取県	2010年2月 ~ 2010年3月	0.0042 ± 0.00060	mBq/kg (生)	4.6 ± 0.65	E-09
			0.0020 ± 0.00071		3.5 ± 1.26	
スギ花粉	千葉県	2016年2月 ~ 2016年3月	0.0098 ± 0.00073		12 ± 0.86	
			0.0090 ± 0.00099		10 ± 1.10	
製品： ITEA株式会社 東京環境アレルギー研究所						



## 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、2018 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。

$^{14}\text{C}$  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、 $^{14}\text{C}$  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  $^{14}\text{C}$  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)	2019.08.20 ~ 2019.09.03
	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)	2019.12.03 ~ 2019.12.17
	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	2019.10.24
	秋田県秋田市	2019.11.21
	千葉県千葉市	2019.10.23
キャベツ	北海道恵庭市	2019.10.20
	秋田県秋田市	2019.10.23
	千葉県長生郡	2019.08.07

(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  $^{14}\text{C}$  比放射能の結果が夏季より低い傾向がみられた。この原因として、①夏季には、全球のバイオマスが増加し、軽い炭素 12 は生物圏にシフトし、大気中での重い炭素 14 の割合が相対的に増加した、②冬季では、化石燃料が多く消費され、炭素 14 を含まない二酸化炭素が放出されるため、大気中での重い炭素 14 の割合が減少した結果であるためと考えられる。一方、大気中二酸化炭素の安定同位体比の分析結果にも同様な傾向が観測された。冬季では、大気中での重い炭素 14 と共に炭素 13 の割合も相対的に減少した結果、 $\delta^{13}\text{C}$  も減少しており、大気中二酸化炭素の  $^{14}\text{C}$  比放射能の冬季結果の低下を裏付けるものであった。

大気中二酸化炭素の結果を含め、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 ± 0.0015	-23.5
	秋田県秋田市 (秋田県健康環境センター)	0.229 ± 0.0022	-19.9
	千葉県千葉市 (日本分析センター千葉本部)	0.221 ± 0.0013	-20.1
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)	0.216 ± 0.0010	-27.4
	秋田県秋田市 (秋田県健康環境センター)	0.221 ± 0.0016	-23.3
	千葉県千葉市 (日本分析センター千葉本部)	0.217 ± 0.0010	-21.0
精米	北海道石狩市	0.228 ± 0.0020	-28.7
	秋田県秋田市	0.227 ± 0.0010	-27.3
	千葉県千葉市	0.227 ± 0.0010	-27.5
野菜 (キャベツ)	北海道恵庭市	0.229 ± 0.0012	-28.0
	秋田県秋田市	0.229 ± 0.0014	-28.2
	千葉県長生郡	0.228 ± 0.0013	-27.1

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 (1 $\sigma$ ) 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	0.221~0.229	0.227~0.228	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~2018 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 クリプトン 85 分析

### (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 ( $^{85}\text{Kr}$ : 半減期 10.76 年) の大気中濃度について調査を実施し、放射能水準を把握する。

#### 1) 調査対象地区

大気中  $^{85}\text{Kr}$  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。2019 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、2016 年度から 2018 年度まで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（今回報告分は 2018 年度採取分）。大気中  $^{85}\text{Kr}$  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。

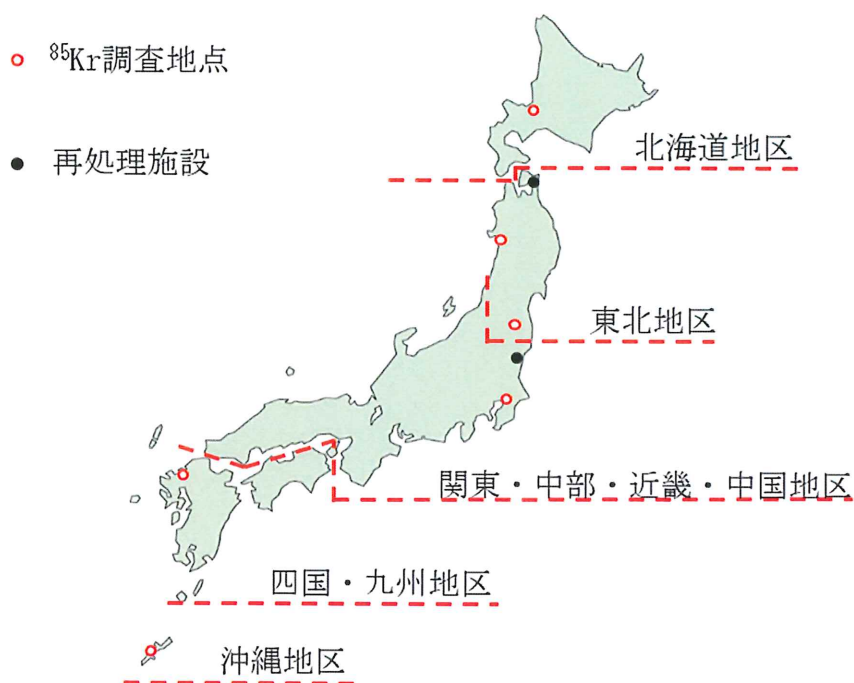


図 2-8-1 放射性希ガス濃度の調査対象地区

表 2-8-1 大気中  $^{85}\text{Kr}$  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
	都市	捕集装置設置機関	経度
北海道地区	札幌市	北海道立衛生研究所	43.1° N
			141.3° E
東北地区	秋田市	秋田県健康環境センター	39.7° N
			140.1° E
			37.4° N
	三春町	福島県環境創造センター	140.5° E
関東・中部・近畿・中国地区	千葉市	日本分析センター	35.7° N
			140.1° E
四国・九州地区	太宰府市	福岡県保健環境研究所	33.5° N
			130.5° E
沖縄地区	南城市	沖縄県衛生環境研究所	26.2° N
			127.8° E

## 2) 調査期間

札幌市、秋田市及び千葉市において、2019年2月25日より2020年2月17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、2019年12月23日より2020年1月6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、2019年3月5日より2019年3月19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<sup>3</sup>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 $^{85}\text{Kr}$ 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  $^{85}\text{Kr}$  放射能濃度 ( $\text{Bq/m}^3$ ) を算出した。

## (2) 結果と考察

2006年7月から2020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  $^{85}\text{Kr}$  濃度 ( $\text{Bq/m}^3$ ) を図 2-8-2 に、2019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  $^{85}\text{Kr}$  濃度 ( $\text{Bq/m}^3$ ) を図 2-8-3 に示す。

2019年度の札幌市、秋田市及び千葉市の大気中  $^{85}\text{Kr}$  濃度調査結果 (2019年2月から2020年2月) は、 $1.30\sim 1.55\text{ Bq/m}^3$  で、平均値は  $1.43\text{ Bq/m}^3$  であった。また、2019年度の三春町の大気中  $^{85}\text{Kr}$  濃度調査結果 (2019年3月5日から2019年3月19日) については、 $1.47\text{ Bq/m}^3$  であった。

これらの結果から、大気中の  $^{85}\text{Kr}$  放射能濃度はバックグラウンドレベル ( $1.3\sim 1.6\text{ Bq/m}^3$ )<sup>\*1, \*2, \*3</sup>にあると考えられる。

全球における  $^{85}\text{Kr}$  のインベントリ (蓄積量) は 2009年末時点で  $5500\text{PBq}^4$  ( $\text{P}$ (ペタ) $=10^{15}$ ) と推定されており、その大部分が使用済み核燃料の再処理により大気中に放出されたものである。その他の  $^{85}\text{Kr}$  の起源として、宇宙線との相互作用に伴う天然起源と人工起源 (過去の大気圏内核実験、原子力発電所、医療用 RI 製造) によるものがあるが、その寄与は再処理施設からの放出に比べて非常に小さい。

また、希ガスである  $^{85}\text{Kr}$  は化学的に不活性であるため、大気中に放出された  $^{85}\text{Kr}$  は、物理減衰による減少のみが除去過程と考えて良いと言える。 $^{85}\text{Kr}$  のインベントリとして  $5500\text{PBq}$ 、物理減衰による年間減少割合を約  $6.25\%$  とした場合、1年に約  $340\text{PBq}$  の  $^{85}\text{Kr}$  が大気中から除去されると推定される。

世界の再処理施設の中で、大型の商用再処理施設としては、La Hague (仏) と Sellafield (英) があり、年間数百  $\text{PBq}$  程度の  $^{85}\text{Kr}$  を大気中に放出している。図 2-8-4 に六ヶ所の再処理施設を含めた主な再処理施設からの  $^{85}\text{Kr}$  年間の総放出量の推移を示す。

ここで、前述の  $^{85}\text{Kr}$  インベントリから導き出される年間減少量 (約  $340\text{PBq}$ ) をしきい値とした場合、年間の  $^{85}\text{Kr}$  放出量が  $340\text{PBq}$  を上回れば  $^{85}\text{Kr}$  インベントリが増加、逆に下回れば減少すると推定する。本調査を開始した 2006年から再処理施設の  $^{85}\text{Kr}$  放出量情報が入手できる 2017年までの  $^{85}\text{Kr}$  インベントリの推定した図を図 2-8-5 に示す。図 2-8-5 より、本調査を開始した 2006年から 2014年までは全球の  $^{85}\text{Kr}$  インベントリが減少、2015年以降は増加傾向を示していると考えられる。ただし、2017年に La Hague 再処理

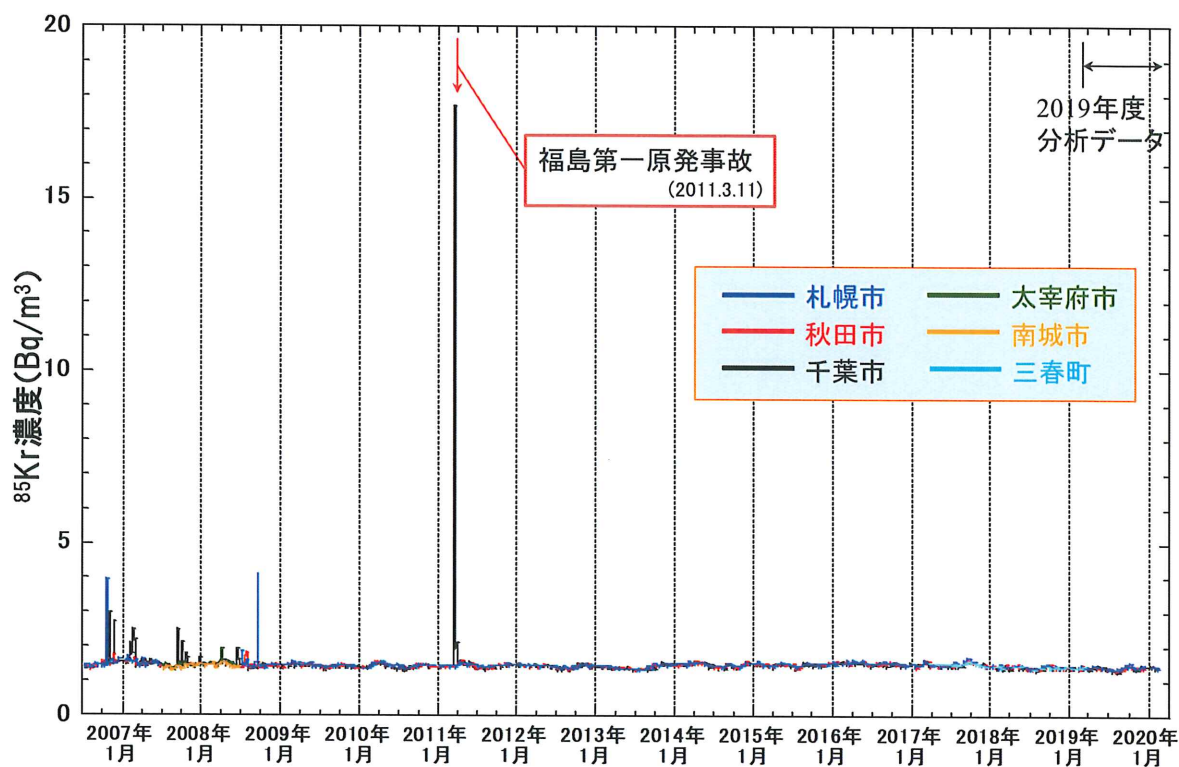


図 2-8-2 大気中  $^{85}\text{Kr}$  濃度調査結果 (2006 年度～2019 年度)

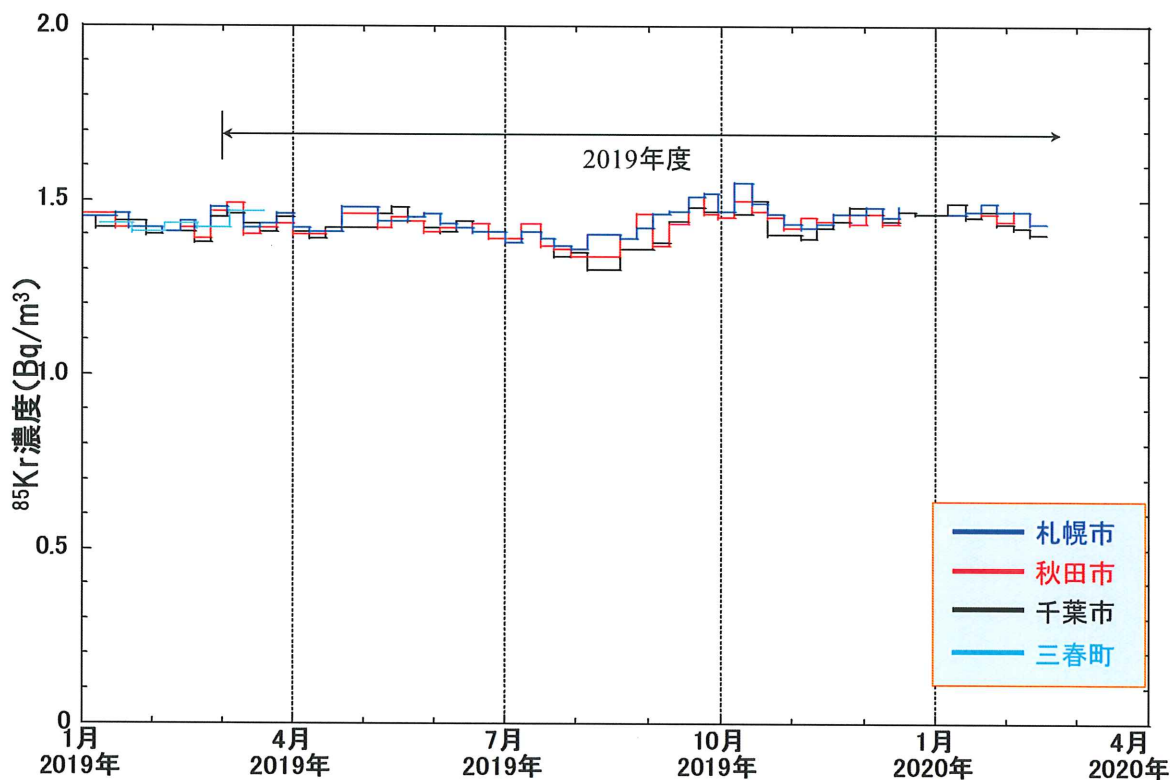


図 2-8-3 大気中  $^{85}\text{Kr}$  濃度調査結果 (2019 年度)



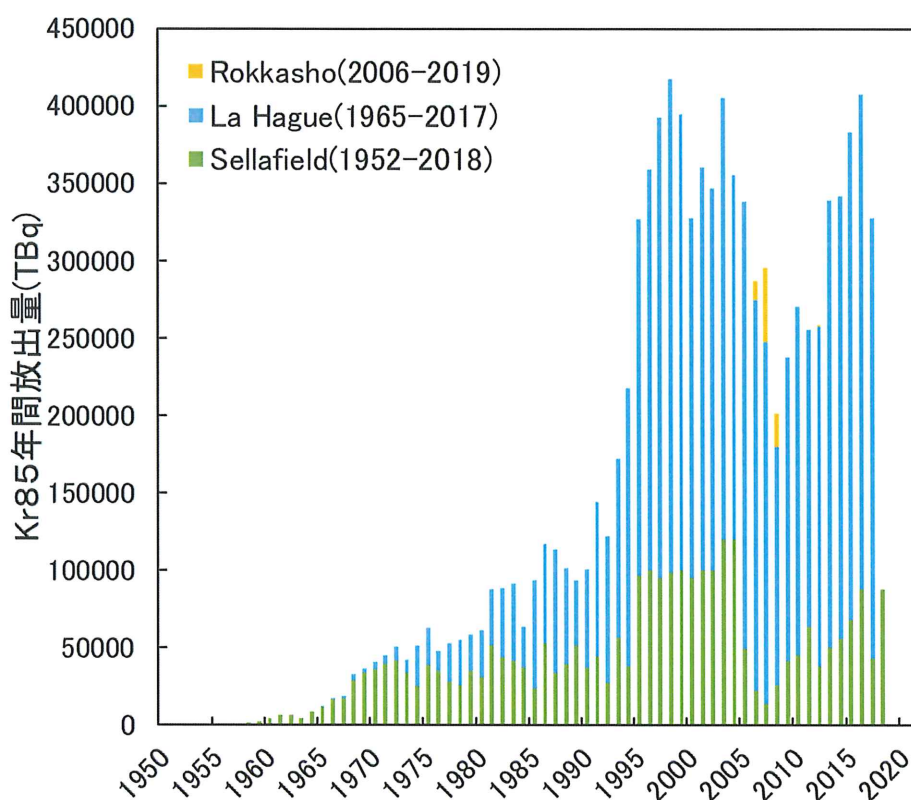


図 2-8-4 主な再処理施設からの  $^{85}\text{Kr}$  年間の総放出量  
(T(テラ) =  $10^{12}$ )

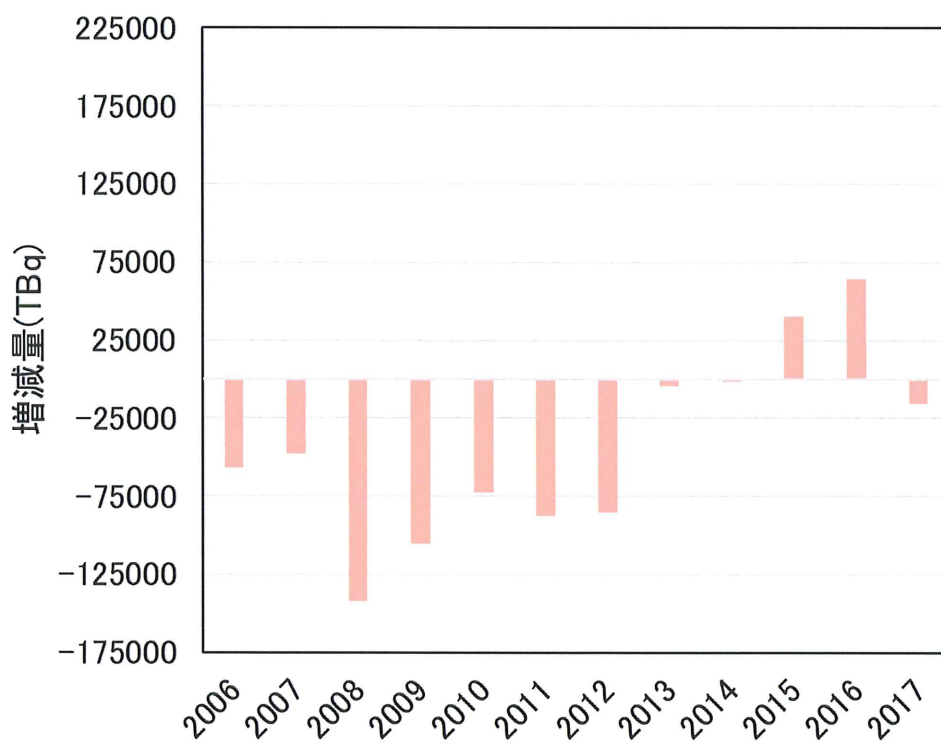


図 2-8-5 主な再処理施設からの放出による  $^{85}\text{Kr}$  インベントリ増減の推定

施設から放出された  $^{85}\text{Kr}$  量は、現時点で入手ができていないため、増加傾向であるかは不明である。

$^{85}\text{Kr}$  インベントリの増減推移と本調査で得られた  $^{85}\text{Kr}$  濃度と比較するために、図 2-8-6 に主な再処理施設からの放出による推定  $^{85}\text{Kr}$  増減量 (%) を、図 2-8-7 に本調査で得られた千葉市における  $^{85}\text{Kr}$  濃度の箱ひげ図を示す。図 2-8-6 及び図 2-8-7 より、2006 年～2013 年まで、年間の推定  $^{85}\text{Kr}$  増減量がマイナスとなり、千葉市における  $^{85}\text{Kr}$  濃度 (2008 年～2013 年) も減少もしくは横ばいの傾向が認められ、年間の推定  $^{85}\text{Kr}$  増減量の変化が少なくなりプラスに転じていく 2014 年頃から、千葉市における  $^{85}\text{Kr}$  濃度 (2014 年～2016 年) も増加傾向が認められる。

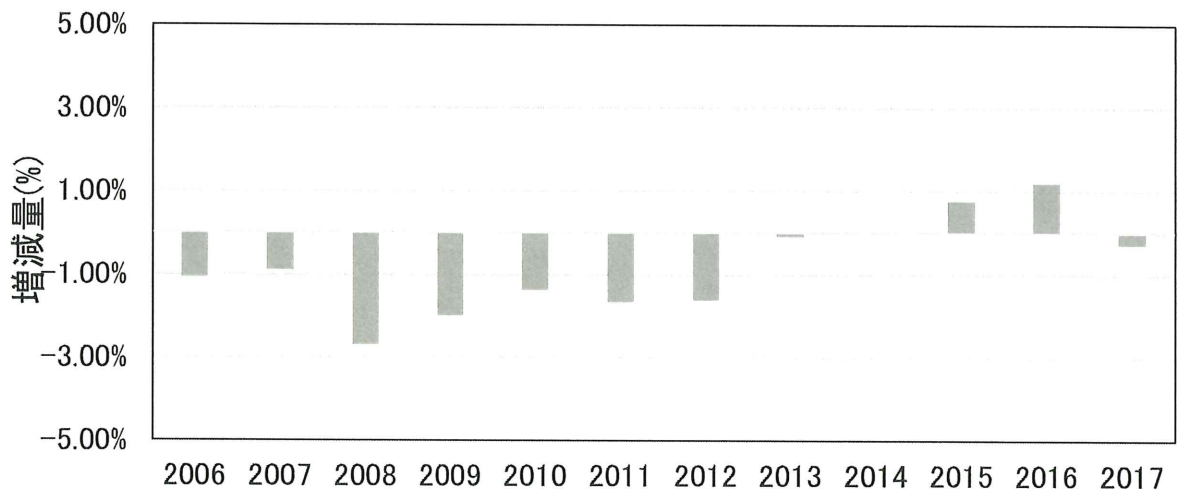


図 2-8-6 主な再処理施設からの放出による推定  $^{85}\text{Kr}$  増減量 (%) (2006-2017)

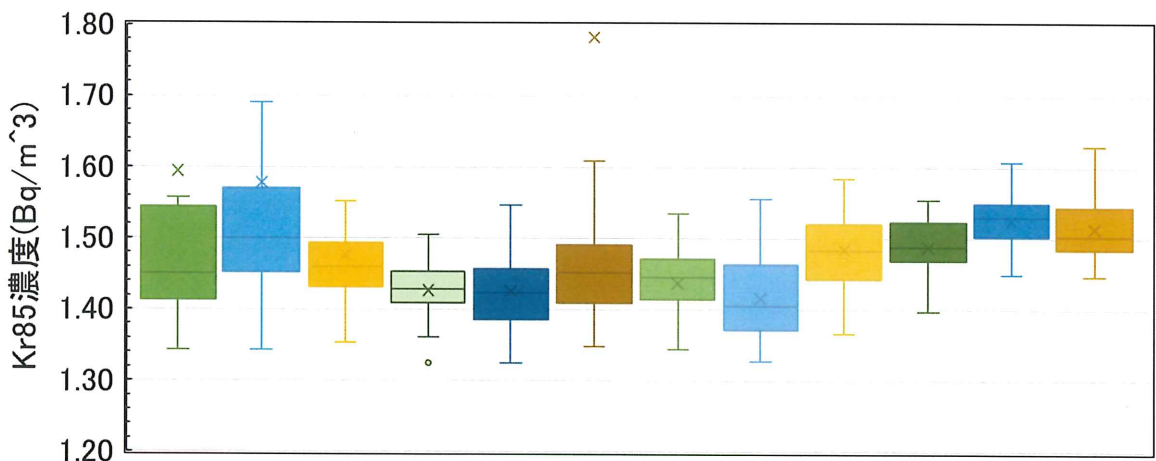


図 2-8-7 千葉市における  $^{85}\text{Kr}$  濃度 (2006-2017)

本調査で得られる  $^{85}\text{Kr}$  濃度は、世界の再処理施設の稼働状況 ( $^{85}\text{Kr}$  放出状況) との相関が認められることから、引き続きその状況も把握していく必要がある。

- \*1: Y. Igarashi, H. Sartorius, T. Miyao, W. Weiss, K. Fushimi, M. Aoyama, K. Hirose, H. Y. Inoue, 2000;  $^{85}\text{Kr}$  and  $^{133}\text{Xe}$  monitoring at MRI, Tsukuba and its importance; Journal of Environmental Radioactivity, 48, 191-202
- \*2: Andreasöfer, Clemens Schlosser, Sabine Schmid, Martina Konrad, Roland Purtschert, Roman Kraus 2019; Half a century of Krypton-85 activity concentration measured in air over Central Europe: Trends and relevance for dating young groundwater; Journal of Environmental Radioactivity, 205-206, 7-16
- \*3 : 過去の本調査結果
- \*4: Jochen Ahlswede, Simon Hebel, J. Ole Ross, Robert Schoetter, Martin B. Kalinowski, 2013; Update and improvement of the global krypton-85 emission inventory; Journal of Environmental Radioactivity, 115, 34-42

## 2.9 放射性キセノン分析

### (1) 概要

$^{131m}\text{Xe}$  (半減期 11.96 日)、 $^{133}\text{Xe}$  (半減期 5.244 日)、 $^{133m}\text{Xe}$  (半減期 2.198 日) 及び  $^{135}\text{Xe}$  (半減期 9.143 時間) の大気中濃度を測定した。

#### 1) 調査対象地区

千葉市 (日本分析センター: 緯度 35.661757、経度 140.136619)

#### 2) 調査期間

2019年3月1日より2020年2月29日まで調査を実施した。

#### 3) 分析方法

Scientia Sensor Systems 社製希ガス自動観測装置 (SAUNA-II) を用いて、大気試料を流量約 20 L/分で 12 時間捕集した後、モレキュラーシーブや活性炭でキセノンを分離・精製し、 $\beta$ - $\gamma$  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  $^{131m}\text{Xe}$ 、 $^{133}\text{Xe}$ 、 $^{133m}\text{Xe}$  及び  $^{135}\text{Xe}$  濃度 (mBq/m<sup>3</sup>) を算出した。

### (2) 結果と考察

2018年10月から2020年2月捕集分の大気中  $^{131m}\text{Xe}$ 、 $^{133}\text{Xe}$ 、 $^{133m}\text{Xe}$  及び  $^{135}\text{Xe}$  濃度を図 2-9-1～図 2-9-4 に示す。調査期間中の大気中  $^{131m}\text{Xe}$  濃度は 0.04～0.93 mBq/m<sup>3</sup> で、平均値 (n=33) は 0.18 mBq/m<sup>3</sup> であった。 $^{133}\text{Xe}$  濃度は 0.11～1.01 mBq/m<sup>3</sup> で、平均値 (n=306) は 0.23 mBq/m<sup>3</sup> であった。調査期間中の  $^{133}\text{Xe}$  濃度の最大値は SAUNA-II 導入前 (2019年1月7日捕集分まで) の検出下限値の範囲内 (1～3 mBq/m<sup>3</sup>) であった。 $^{133m}\text{Xe}$  濃度は 0.05～0.22 mBq/m<sup>3</sup> で、平均値 (n=10) は 0.08 mBq/m<sup>3</sup> であった。 $^{135}\text{Xe}$  が検出された試料は無かった。これらの結果から、大気中の放射性キセノン濃度はバックグラウンドレベルにあると考えられる\*1-4。

また、日本原子力研究開発機構が採用しているキセノン濃度比の基準\*5を用いて結果の評価を行った。包括的核実験禁止条約機関の放射性核種監視観測所において SAUNA-II を運用している同機構では放射性キセノン濃度による異常事象の監視に加え、キセノン濃度比によるフラグ ( $^{133m}\text{Xe}/^{131m}\text{Xe} > 2.0$ 、 $^{135}\text{Xe}/^{133}\text{Xe} > 5.0$ 、 $^{133m}\text{Xe}/^{133}\text{Xe} > 0.3$ ) を立て、注目すべきデータを抽出している。そこで、 $^{131m}\text{Xe}$  と  $^{133m}\text{Xe}$ 、 $^{133}\text{Xe}$  と  $^{135}\text{Xe}$  もしくは  $^{133}\text{Xe}$  と  $^{133m}\text{Xe}$  が同時に検出された場合はそれぞれ濃度比 ( $^{133m}\text{Xe}/^{131m}\text{Xe}$ 、 $^{135}\text{Xe}/^{133}\text{Xe}$ 、 $^{133m}\text{Xe}/^{133}\text{Xe}$ ) を算出した。

調査期間において、 $^{133m}\text{Xe}/^{131m}\text{Xe}$  濃度比は 4 回算出され、それぞれ 0.60 (2019年3月1日)、0.86 (2019年9月25日)、2.20 (2019年10月1日) 及び 0.50

(2020年2月25日)であった。2019年10月1日の試料において、日本原子力研究開発機構が採用している基準(2.0)を超えたが、 $^{131m}\text{Xe}$ 濃度が通常観測されるレベルであった事、 $^{133}\text{Xe}$ 、 $^{135}\text{Xe}$ が検出されなかった事、 $^{133m}\text{Xe}$ 及び $^{131m}\text{Xe}$ が共に以降の測定では連続して不検出であった事から、偶発的に同時検出された可能性が高い。 $^{135}\text{Xe}/^{133}\text{Xe}$ 及び $^{133m}\text{Xe}/^{133}\text{Xe}$ 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。

- \*1: Workshop on Signatures of Medical and Industrial Isotope Production-A Review, Strassoldo, Italy, July 2009, PNNL-19294.
- \*2: 米沢仲四郎, 山本洋一, 2011; 核実験監視用放射性核種観測網による大気中の人工放射性核種の測定; ぶんせき, 2011-8, pp. 451-458.
- \*3: 木島 佑一, 山本 洋一, 小田 哲三, 2017; CTBT検証を目的とした青森県むつ市における国際希ガス共同観測; JAEA-Technology 2017-028.
- \*4: 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.
- \*5: WOSMIP V-Workshop on Signatures of Medical and Industrial Isotope Production, Brussels, Belgium, May 2015, PNNL-25226.

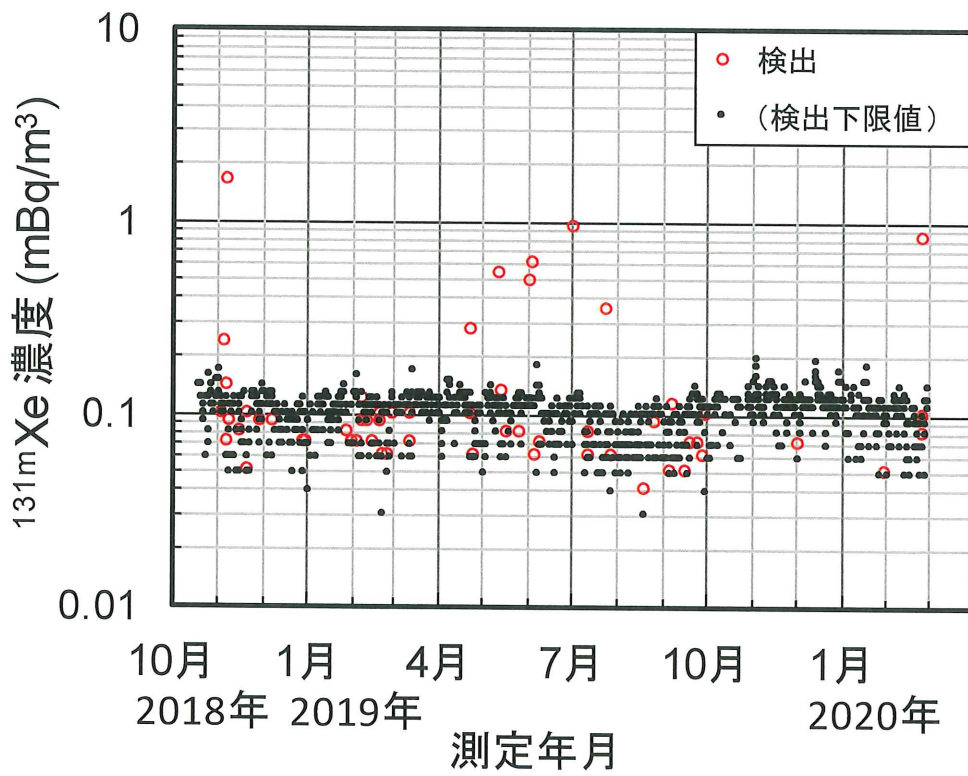


図 2-9-1 大気中 <sup>131m</sup>Xe 濃度調査結果

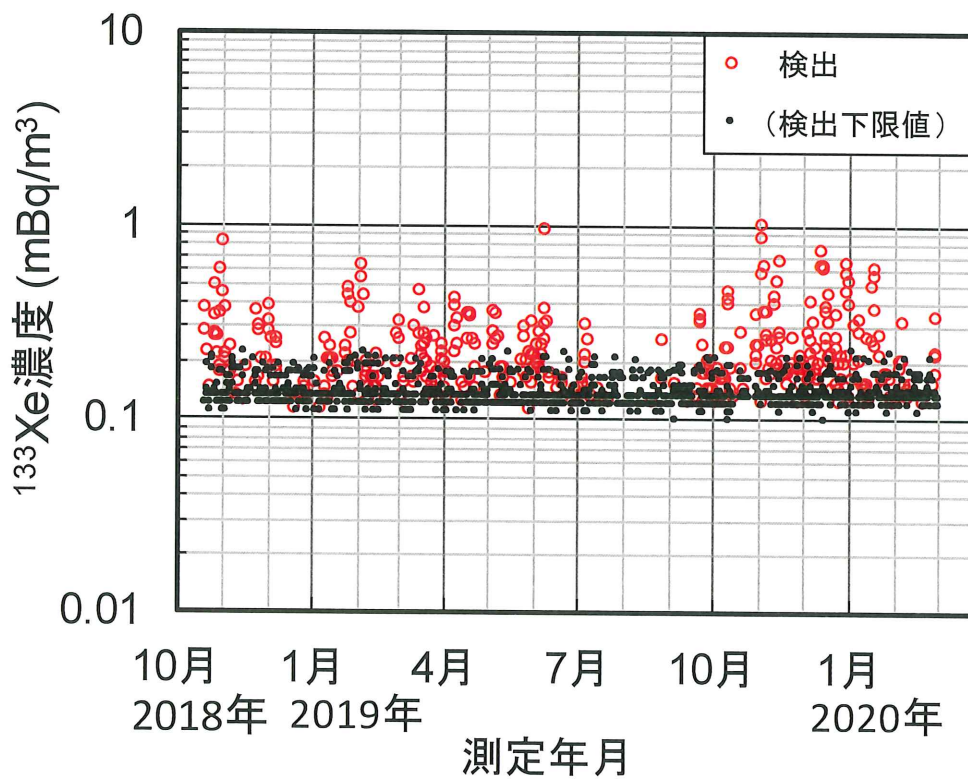


図 2-9-2 大気中 <sup>133</sup>Xe 濃度調査結果



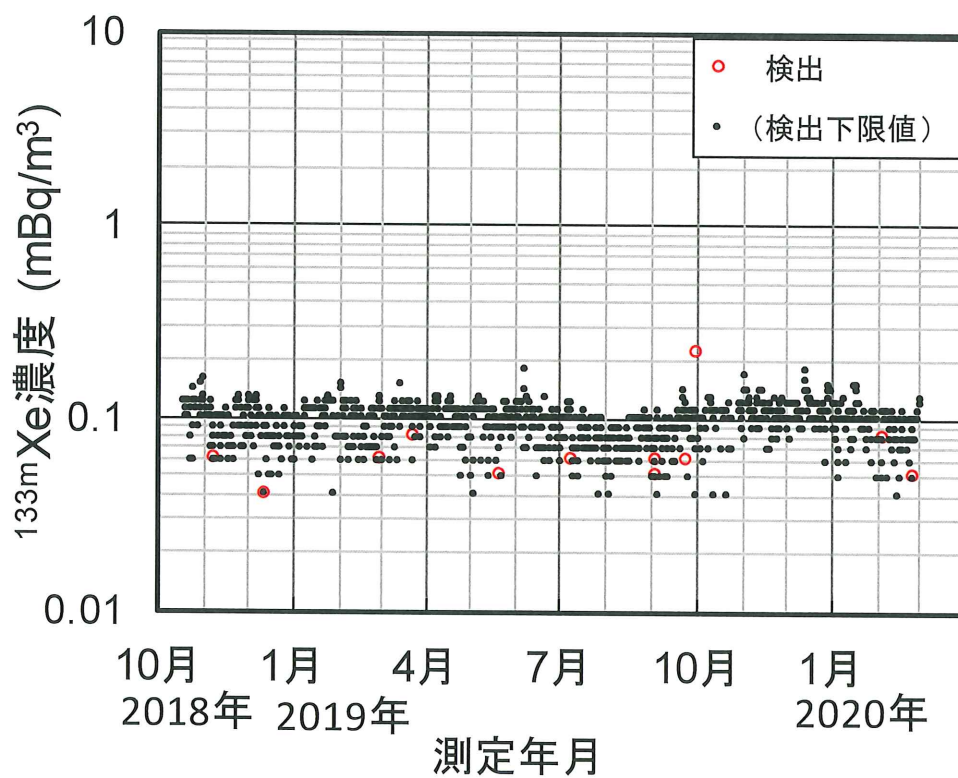


図 2-9-3 大気中  $^{133m}\text{Xe}$  濃度調査結果

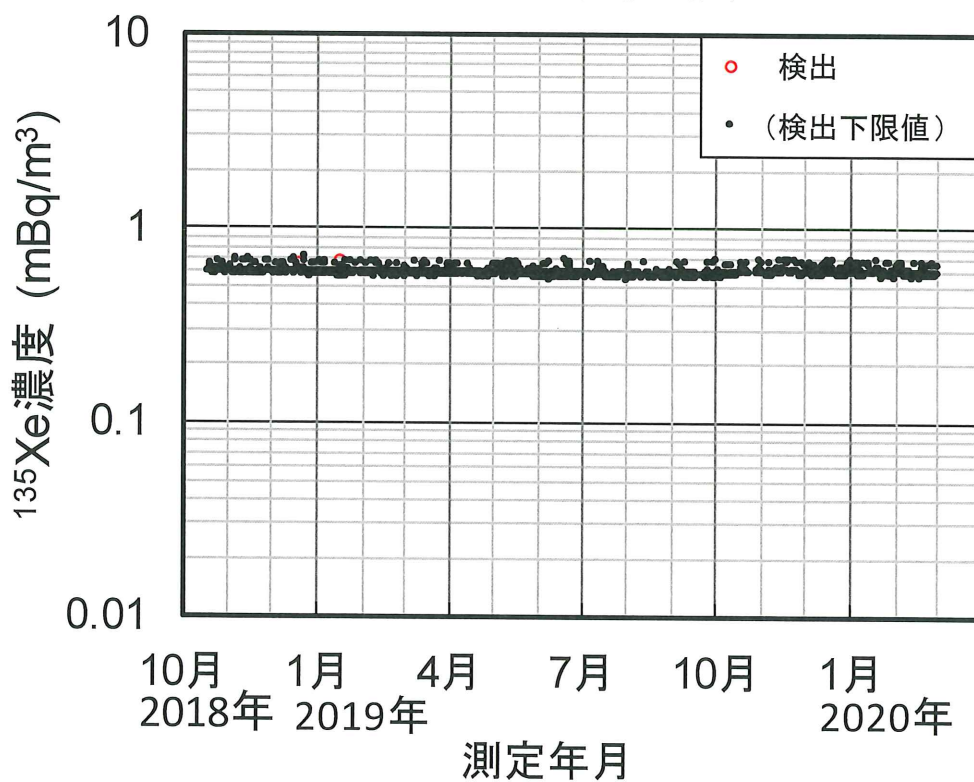


図 2-9-4 大気中  $^{135}\text{Xe}$  濃度調査結果



## 2.10 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 2-10-1(1)～(2)に、設置地点地図を図 2-10-1 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、環境放射線センターに保管中を除いた 79 地点における空間放射線量率のトレンドグラフを図 2-10-2(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

2019 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、本調査の場合従来とは異なった結果が得られている。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  $\gamma$  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がある。

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/](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。浪江町役場（浪江町）における空間放射線量率上昇の例を図 2-10-3 に、大柿簡易郵便局（葛尾村営バス停脇）（浪江町）の空間放射線量率下降の例を図 2-10-4 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、金房幼稚園（南相馬市）の例を図 2-10-5 に示す。

## ③ 周辺環境の変化等による影響

周辺環境の変化等による影響の有無の確認を現地で確認した。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。

- ・ 工事資材、土砂等の仮置きにより放射性セシウムからの $\gamma$ 線が遮へいされたことによる空間放射線量率の低下
- ・ 遮へい物が撤去されたことによる空間放射線量率の上昇

北部コミュニティーセンター（双葉町）では、工事資材、土砂等の仮置きを行ったことで、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 2-10-6(1)～(6)に示す。

## ④ 台風（21号）による影響

2019年10月25日の台風（21号）により、小丸多目的集会所（浪江町）の空間放射線量率の変動を確認した。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。

通常、降雨の影響により地表面以下へ沈着している放射性セシウムからの $\gamma$ 線を遮へいし空間放射線量率が低下した場合、その後空間放射線量率は元の水準に戻る。小丸多目的集会所（浪江町）でも、2019年10月25日に台風（21号）による降雨の影響により空間放射線量率の低下が見られた。それに加え、可搬型モニタリングポスト周辺の地表面を覆っている土砂が流されたことで、その後も空間放射線量率は元の水準には戻らなかった。その例を図2-10-7(1)～(5)に示す。また、図2-10-7(1)については可搬型モニタリングポスト80地点のうち小丸多目的集会所（浪江町）の次に空間放射線量率が高い夫沢二区地区集会所（大熊町）を比較対照とした。

#### ⑤ その他の影響

小宮コミュニティーセンター（飯館村）では、2019年10月29日に測定器の検出部の不具合による空間放射線量率の上昇が確認された。

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。

#### 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2-10-2(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。

#### 3) モニタリングポストの撤去、移設及び保管

葛尾村柏原地区（葛尾村）に設置されているモニタリングポストを撤去し、福島県環境創造センター環境放射線センター（南相馬市）の敷地内に保管した。また、検出器の本体については、不具合が疑われていた養護老人ホーム「東風荘」（富岡町）の本体と交換した。撤去、検出器本体交換及び保管場所を表2-10-2に、作業の様子等を図2-10-8(1)～(2)に示す。

なお、撤去、検出器本体交換及び保管作業実施日時は、2019年3月26日9時～13時である。

スポーツアリーナそうま（相馬市）に設置されているモニタリングポストを同施設に隣接する公園の敷地内に移設した。移設場所を表 2-10-3 に、作業の様子等を図 2-10-9(1)～(3)に示す。

なお、移設作業実施日時は、2019 年 6 月 18 日 9 時～2019 年 6 月 19 日 15 時である。

長泥コミュニティーセンター（飯舘村）に設置されているモニタリングポストを撤去し、福島県環境創造センター環境放射線センター（南相馬市）の敷地内に保管した。撤去及び保管場所を表 2-10-4 に、作業の様子等を図 2-10-10(1)～(3)に示す。

なお、撤去及び保管作業実施日時は、2019 年 11 月 26 日 10 時～14 時である。

表2-10-1(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(2019年3月撤去)	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	環境放射線センター	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
41	富岡第二小学校	富岡町大字本岡字王塚36

表2-10-1(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
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会所施設	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	昼曾根屯所	浪江町大字昼曾根字昼曾根
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	飯舘村大字飯樋
69	飯樋小学校	飯舘村大字飯樋字町102
70	臼石小学校	飯舘村大字臼石字田尻127-1
71	大倉体育館	飯舘村大字大倉字大倉
72	草野小学校	飯舘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	飯舘村大字小宮字曲田
74	佐須公民館	飯舘村大字佐須字佐須
75	前乗集会所	飯舘村大字佐須字前乗
76	長泥コミュニティーセンター(2019年11月撤去)	飯舘村大字長泥字長泥
77	比曾公民館	飯舘村大字比曾字比曾413
78	前田公民館	飯舘村大字前田字広平
79	八木沢芦原多目的集会所	飯舘村大字八木沢字上八木沢
80	蕨平公民館	飯舘村大字蕨平字蕨平

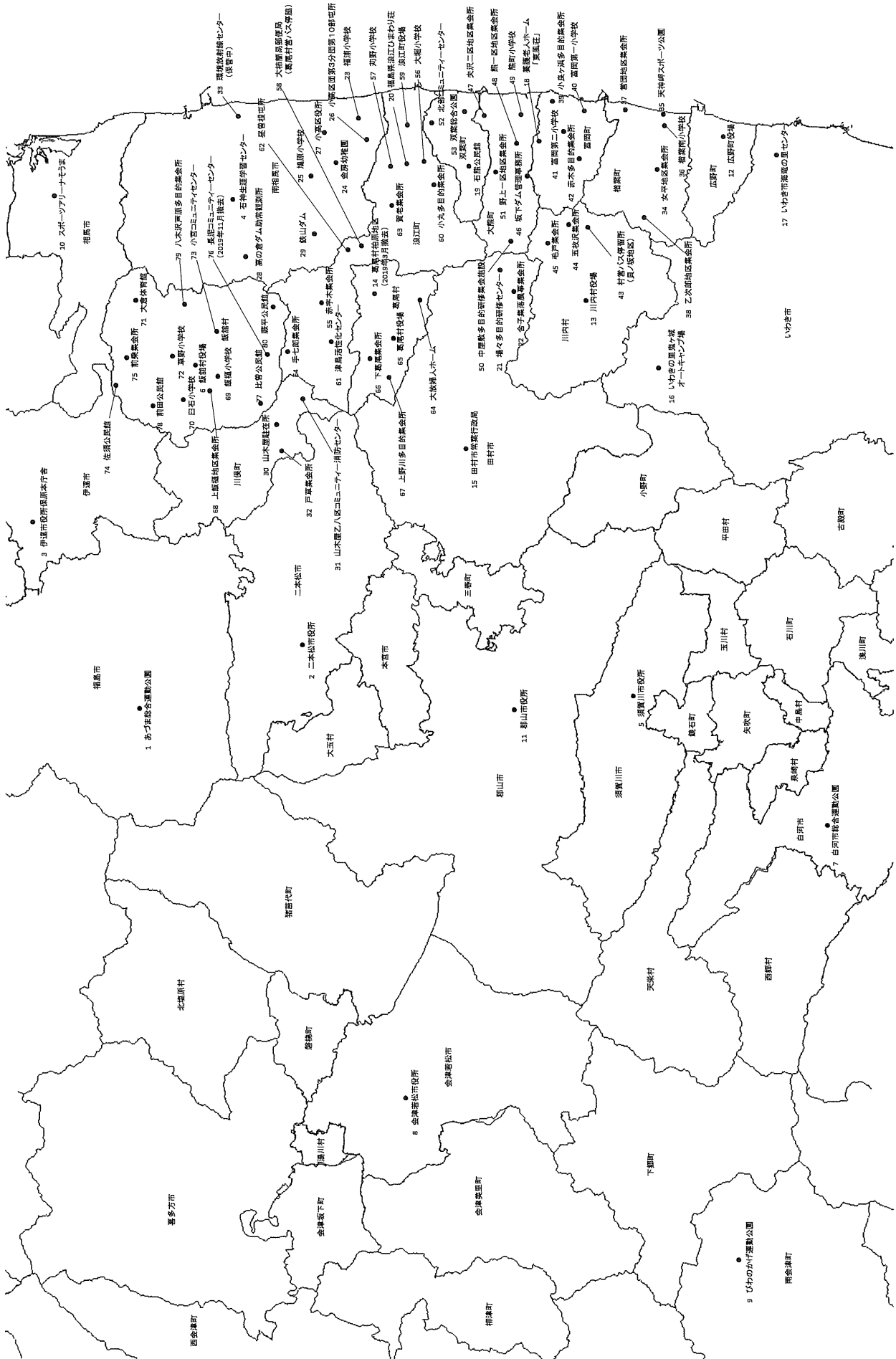
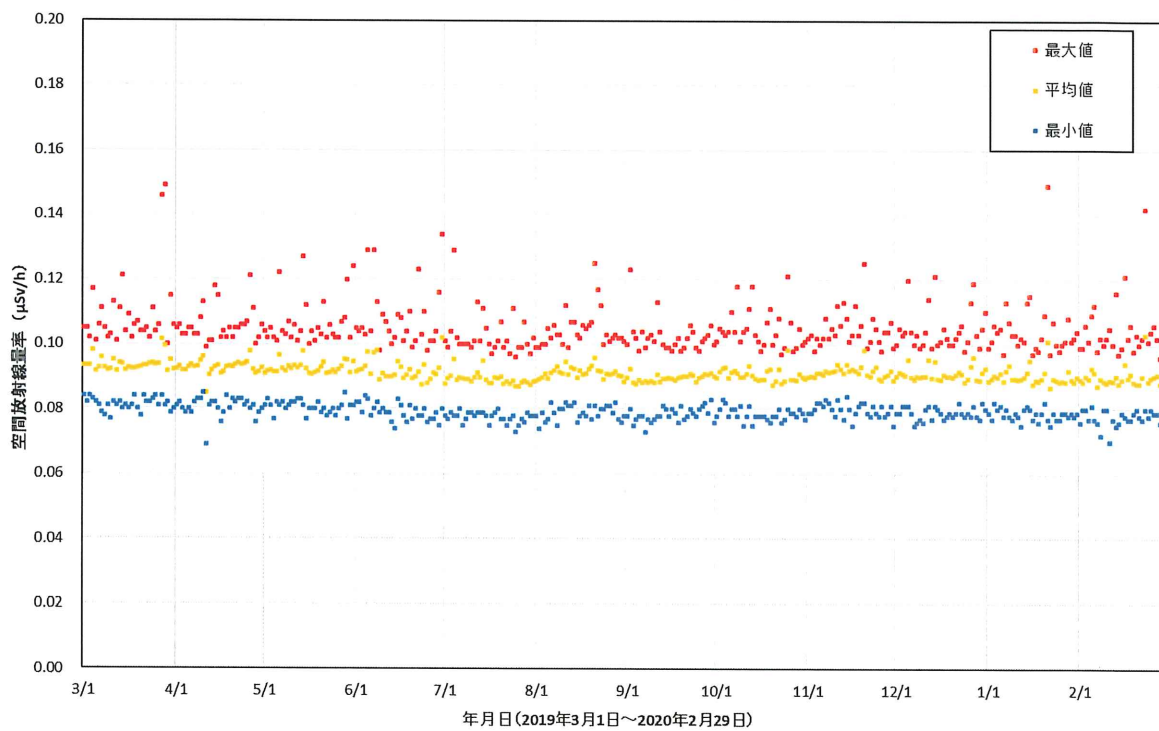


図2-10-1 可搬型モニタリングポスト設置地点地図



No.1 あづま総合運動公園



No.2 二本松市役所

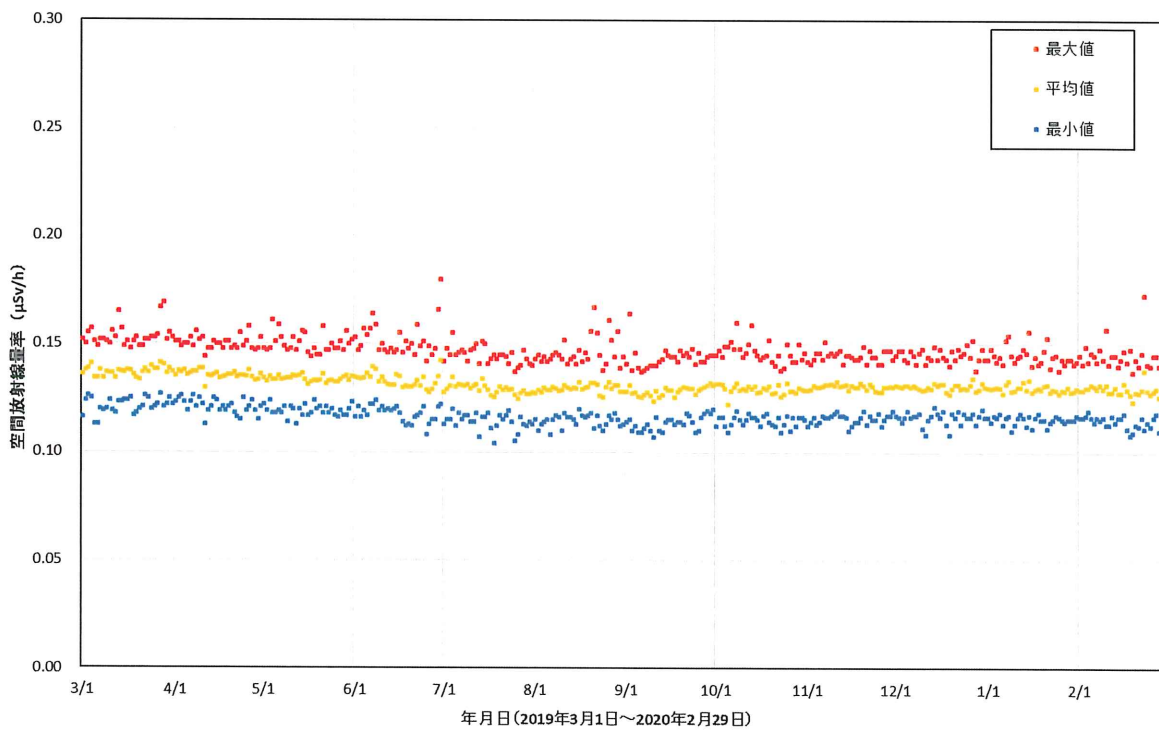
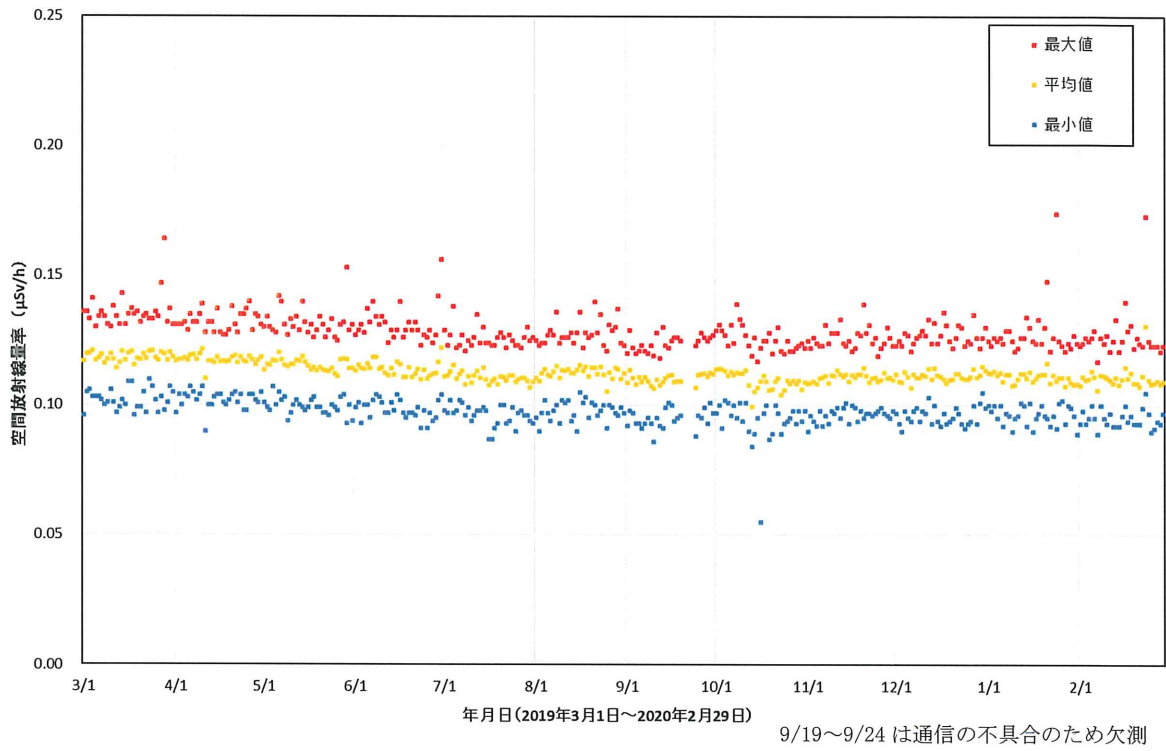


図 2-10-2(1) 各地点のトレンドグラフ

No.3 伊達市役所保原本庁舎



No.4 石神生涯学習センター

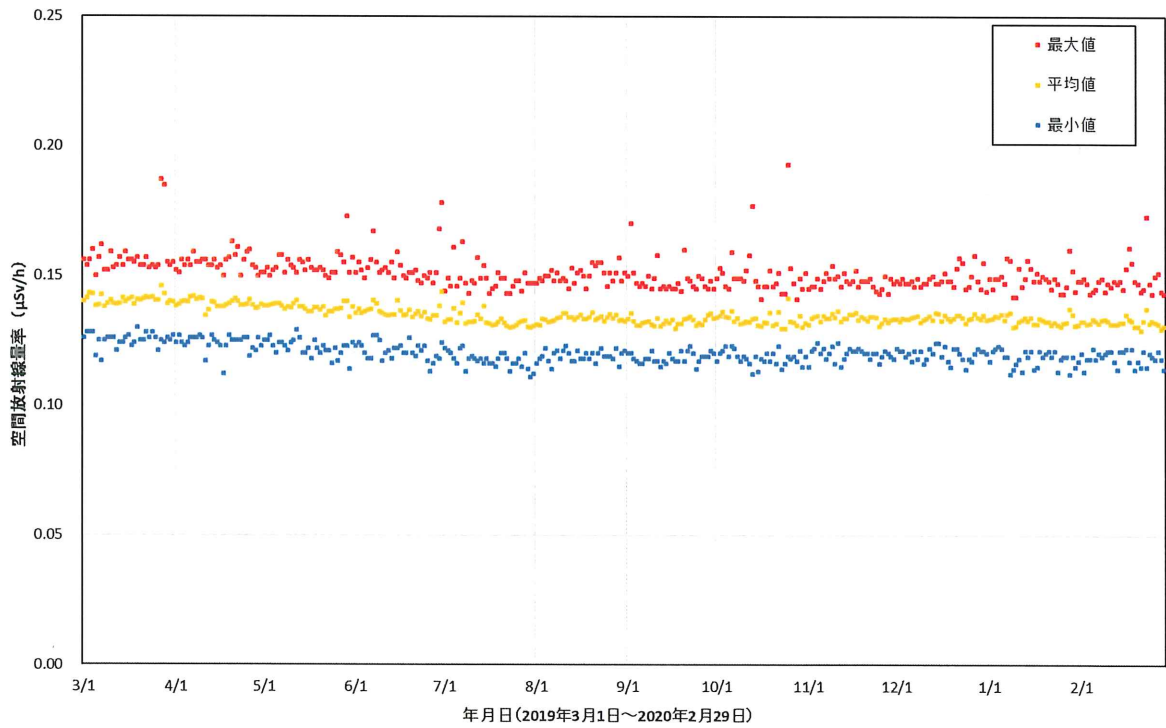
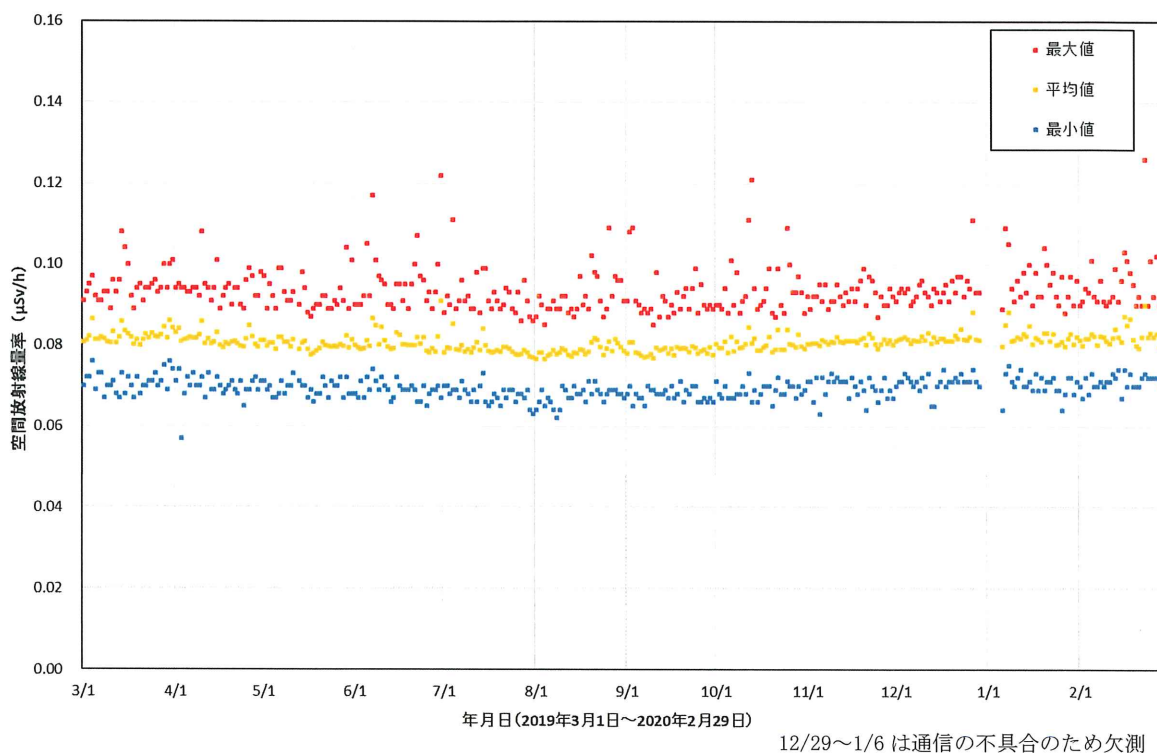


図 2-10-2(2) 各地点のトレンドグラフ

No.5 須賀川市役所



No.6 飯舘村役場

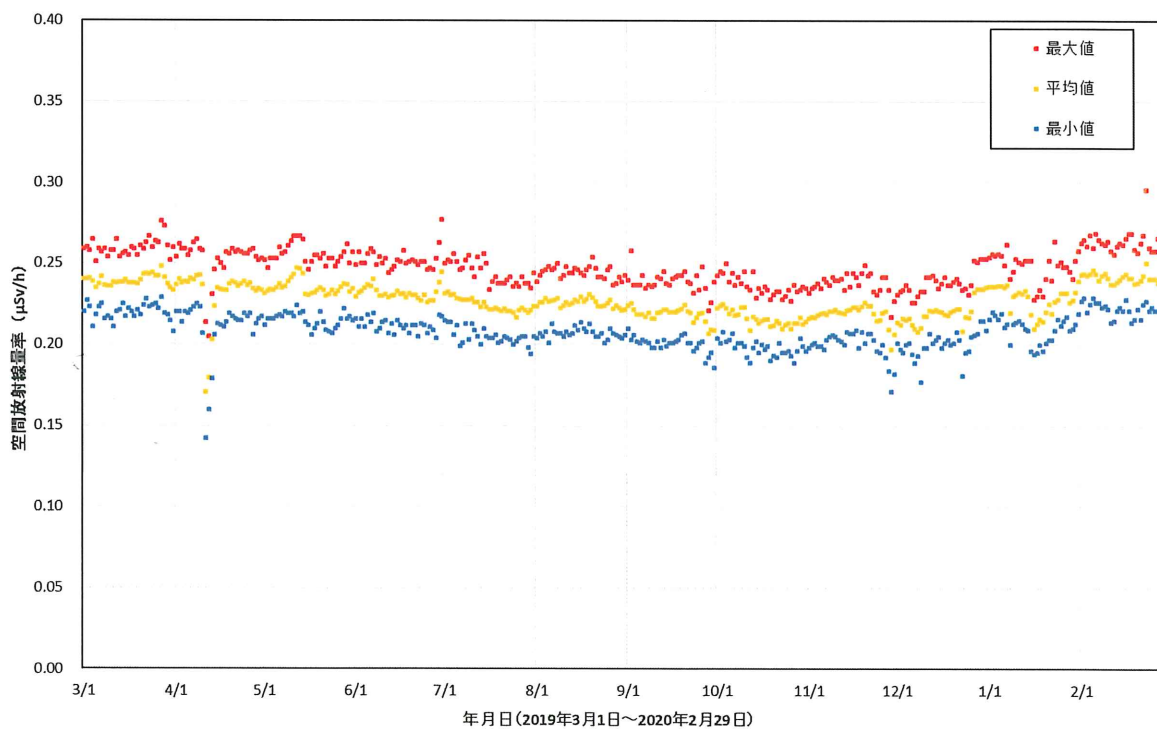
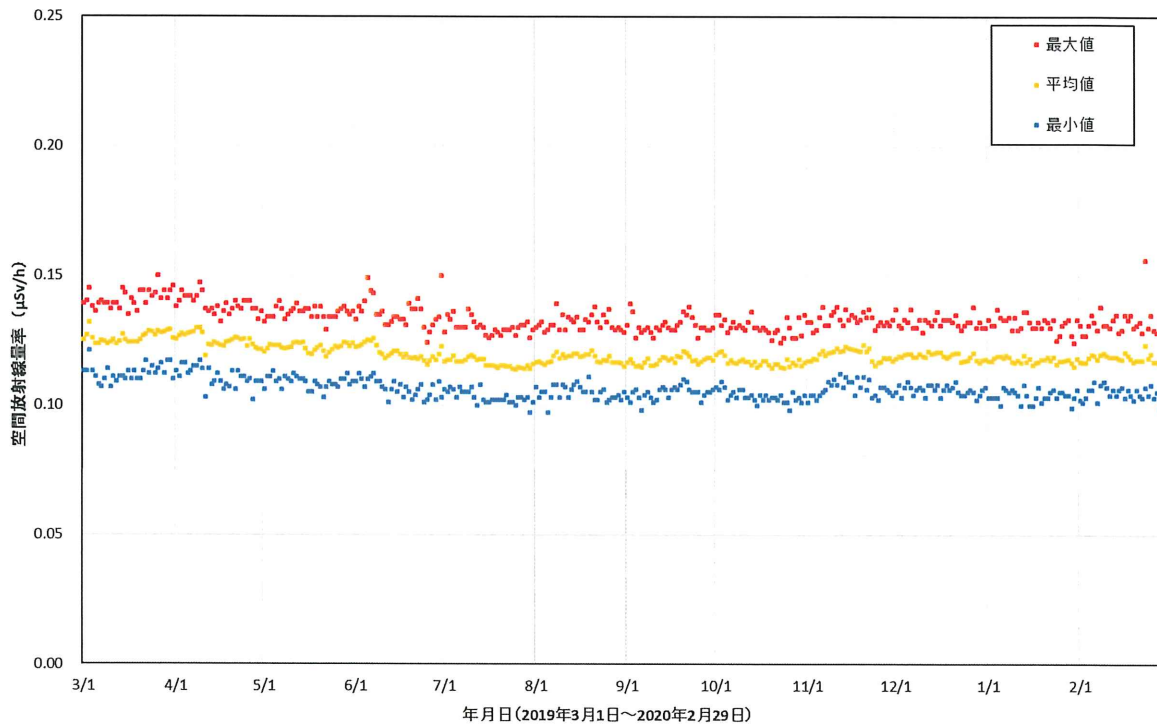


図 2-10-2(3) 各地点のトレンドグラフ

No.7 白河市総合運動公園



No.8 会津若松市役所

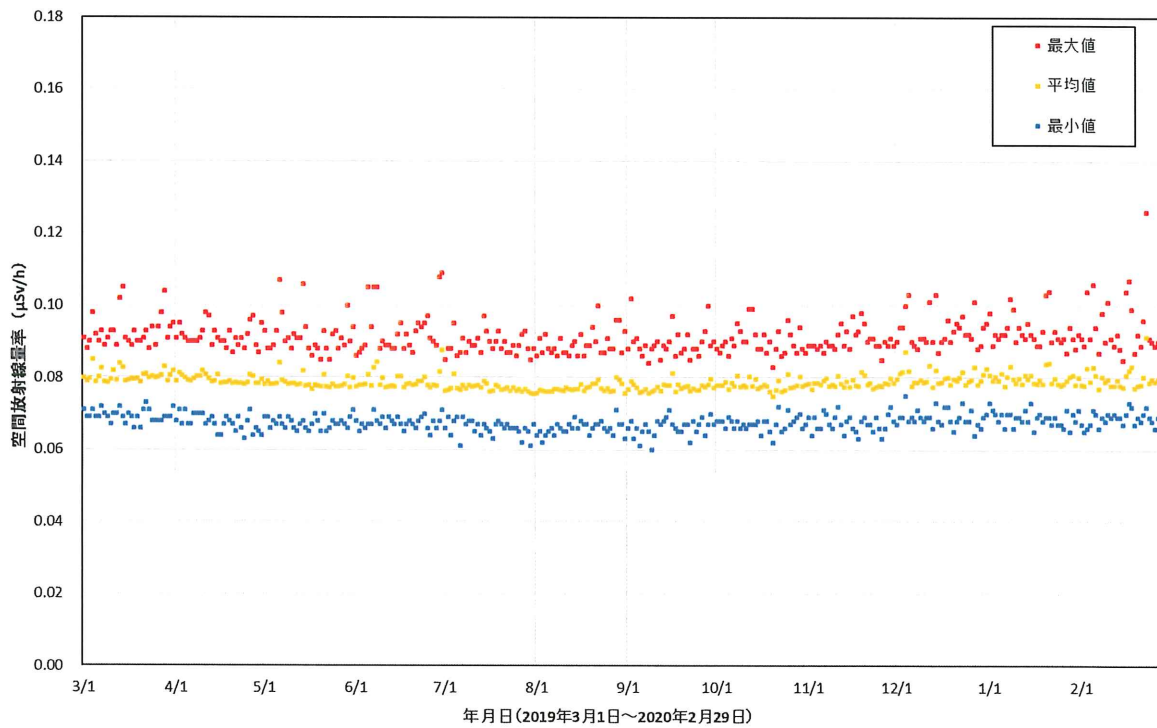
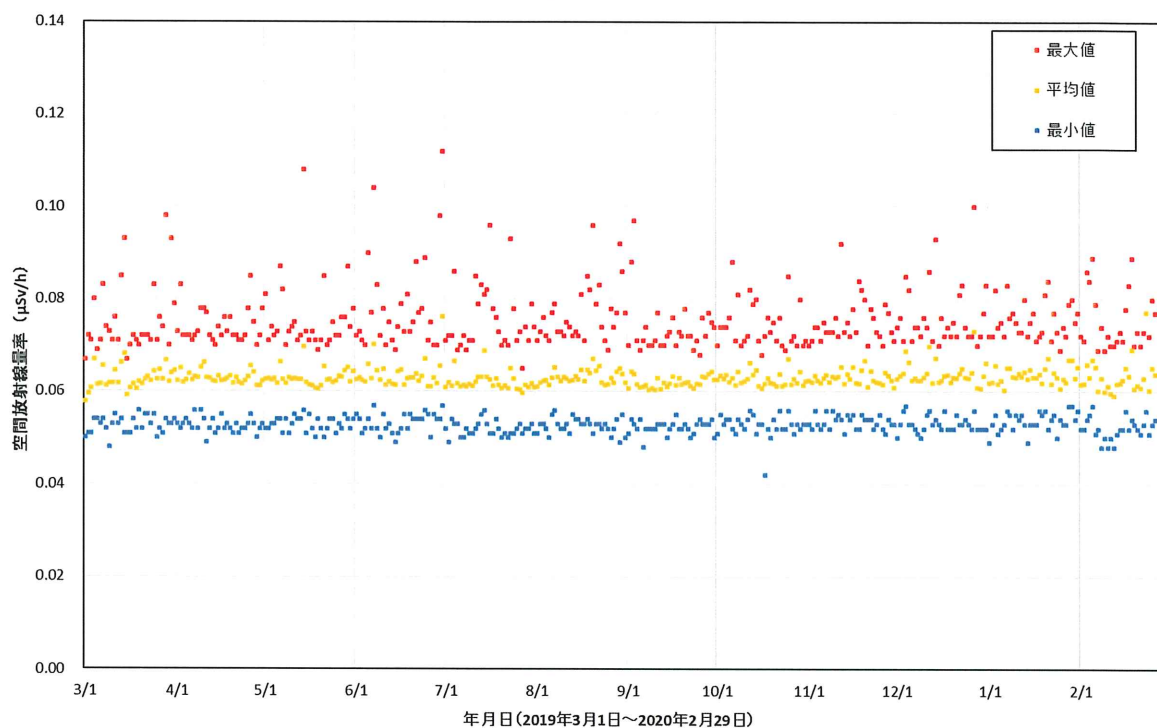


図 2-10-2(4) 各地点のトレンドグラフ

No.9 びわのかげ運動公園



No.10 スポーツアリーナそうま

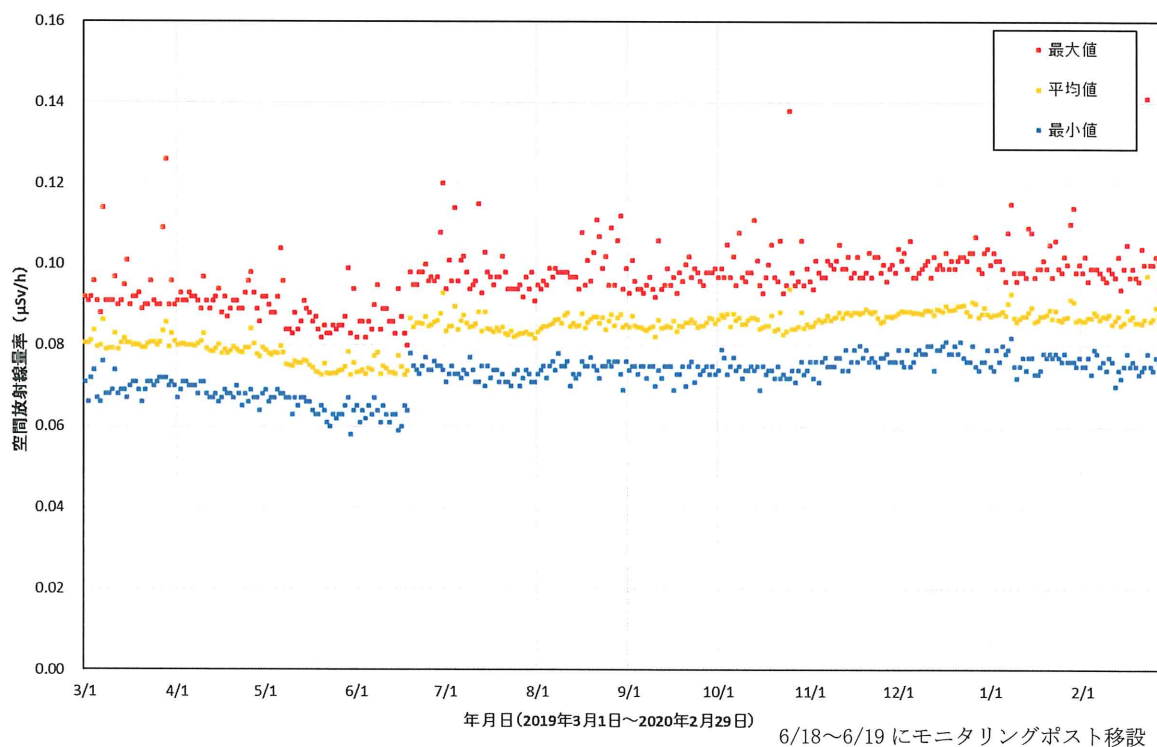
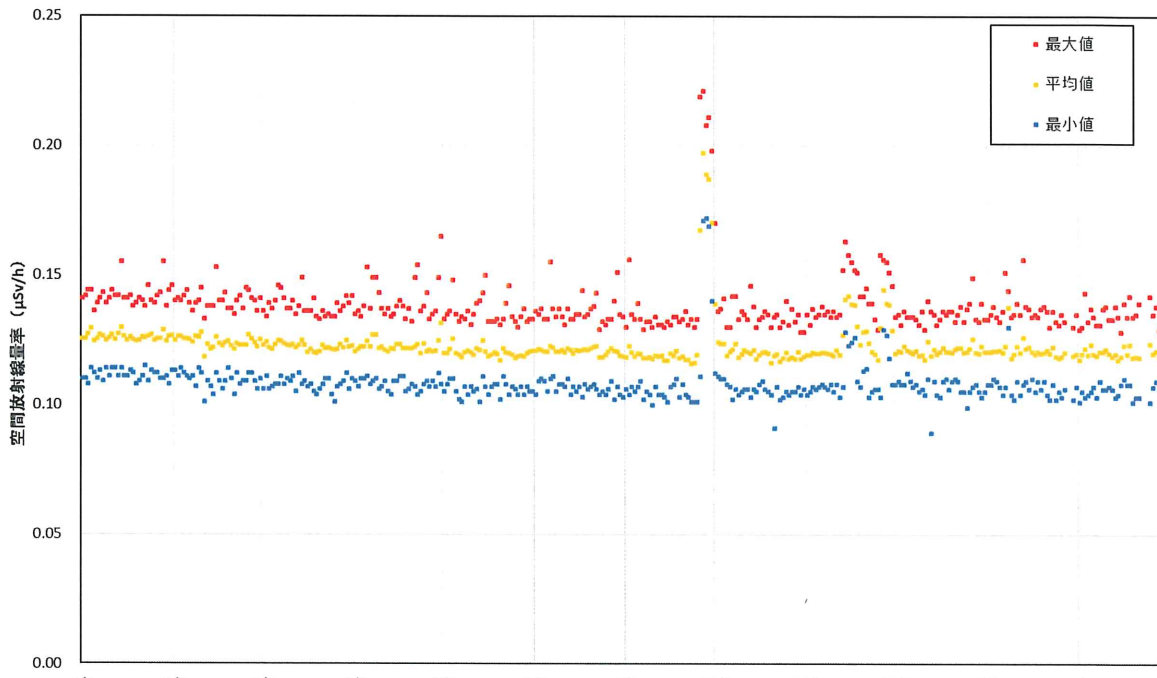


図 2-10-2(5) 各地点のトレンドグラフ

No.11 郡山市役所



年月日(2019年3月1日～2020年2月29日)  
 9/26～10/1 はモニタリングポスト近傍に除染土が置かれていたことによる影響

No.12 広野町役場

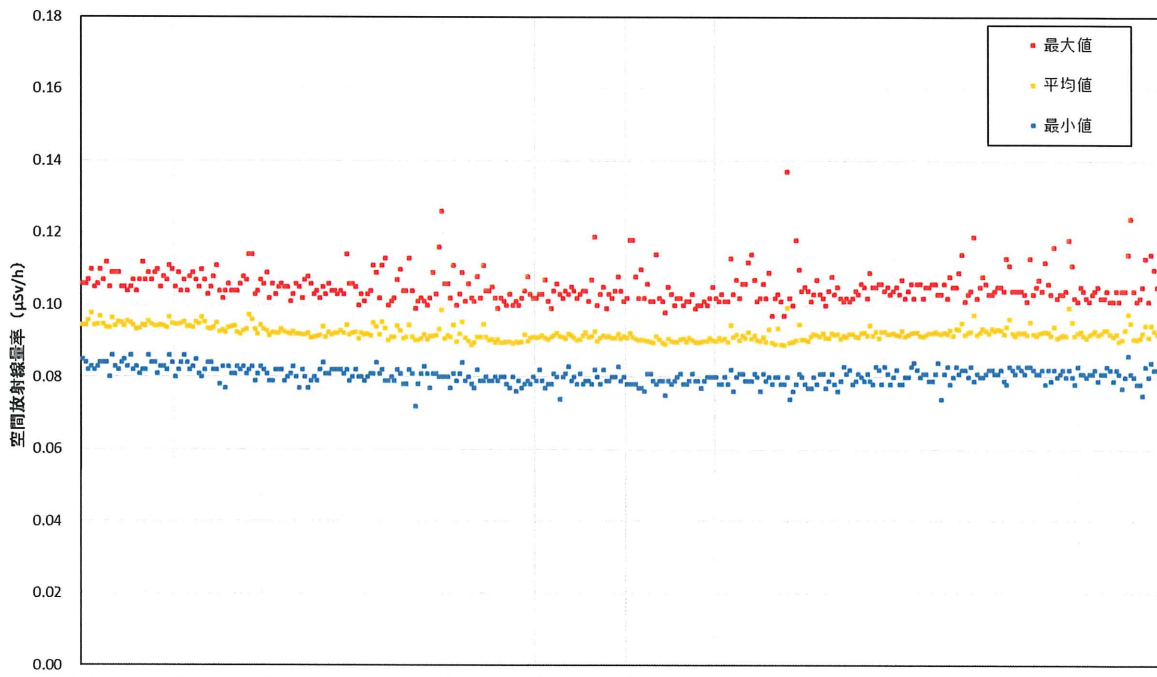
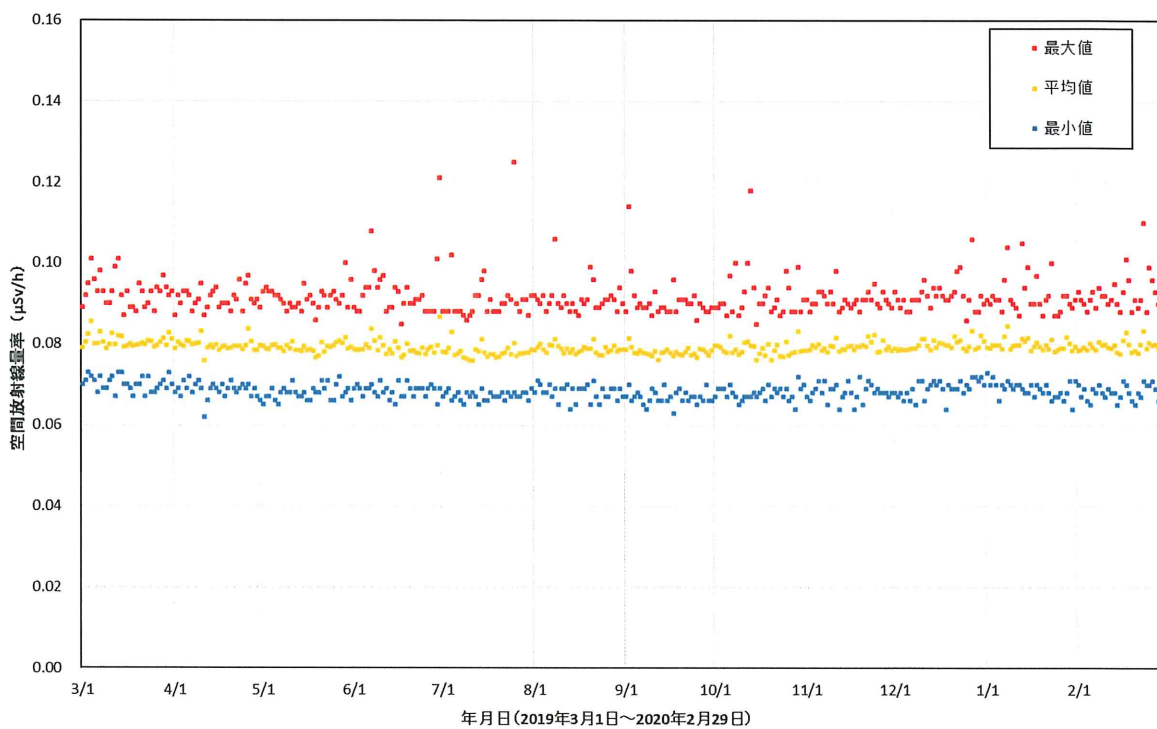


図 2-10-2(6) 各地点のトレンドグラフ



No.13 川内村役場



No.14 葛尾村柏原地区

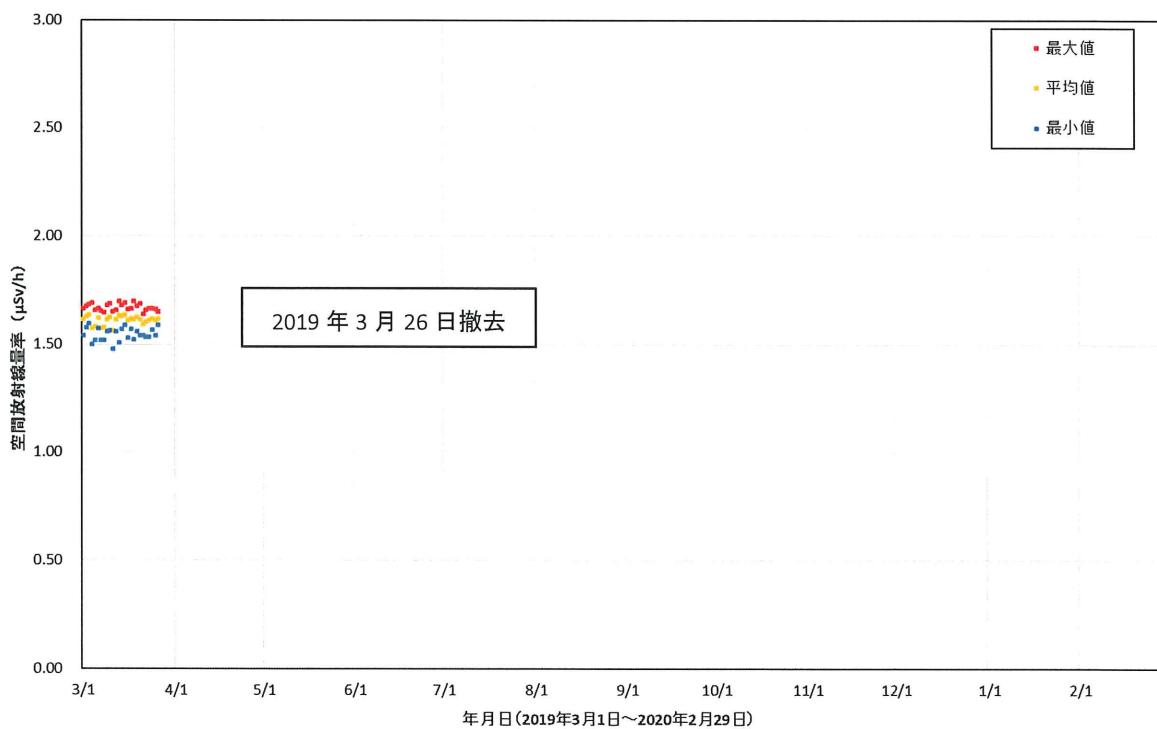
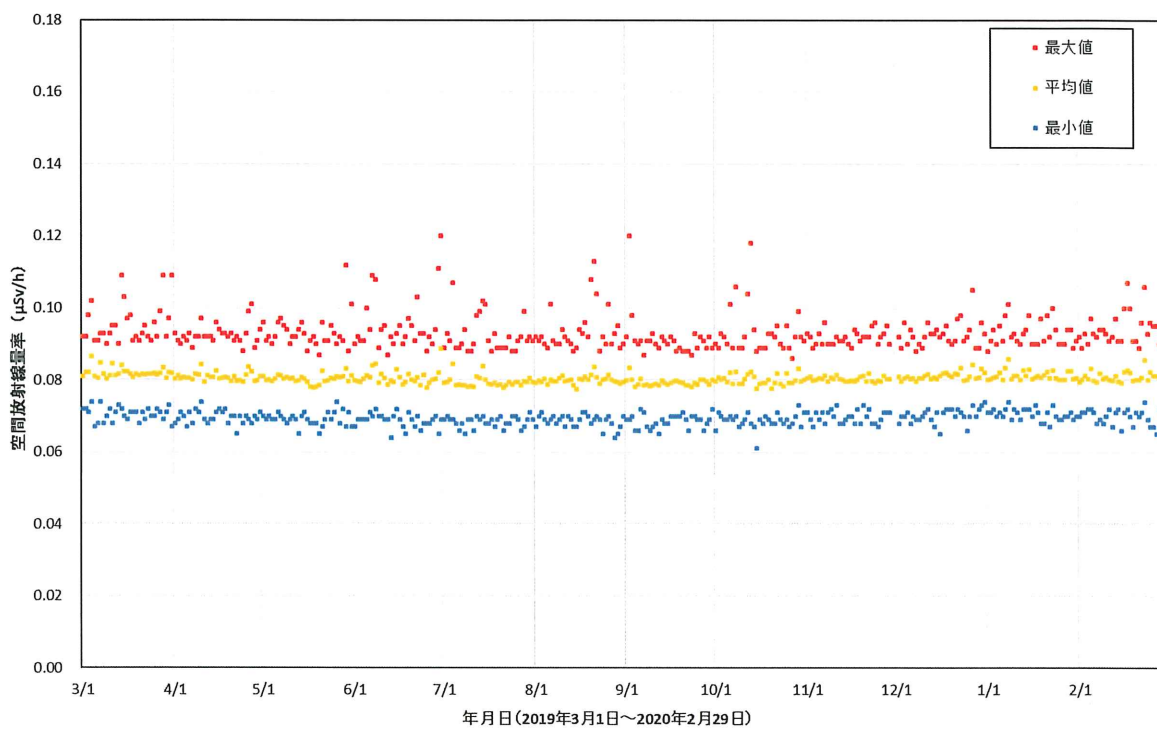


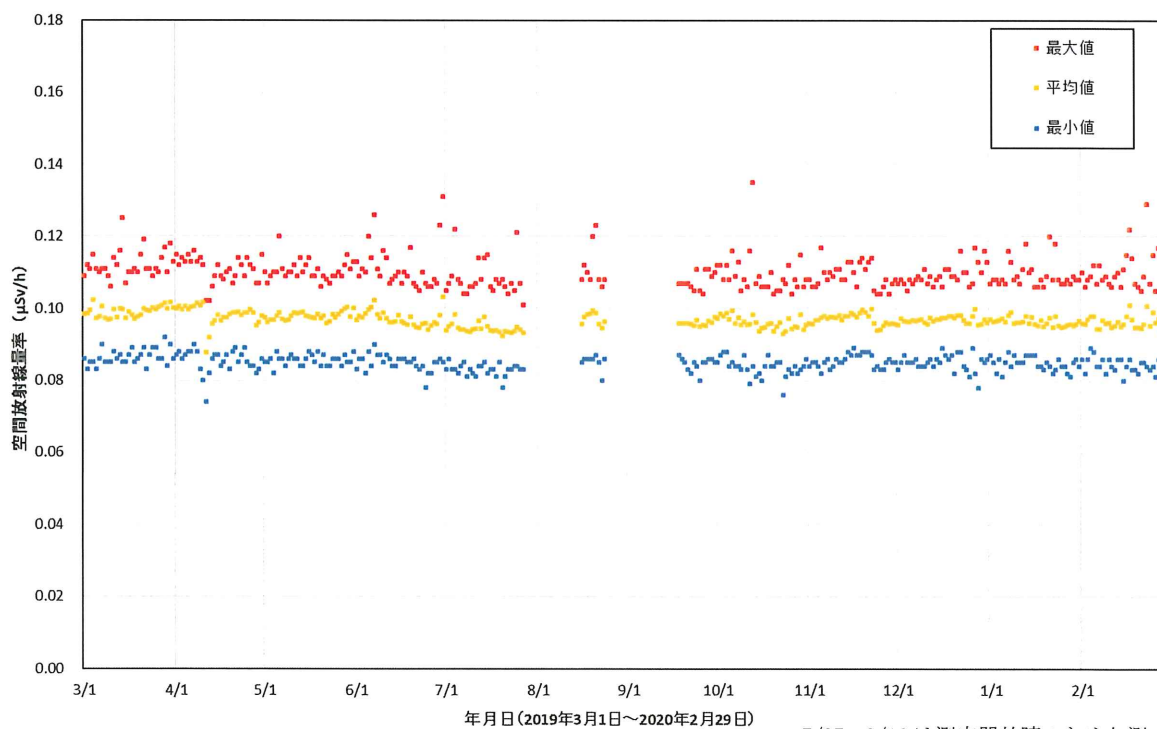
図 2-10-2(7) 各地点のトレンドグラフ



No.15 田村市常葉行政局



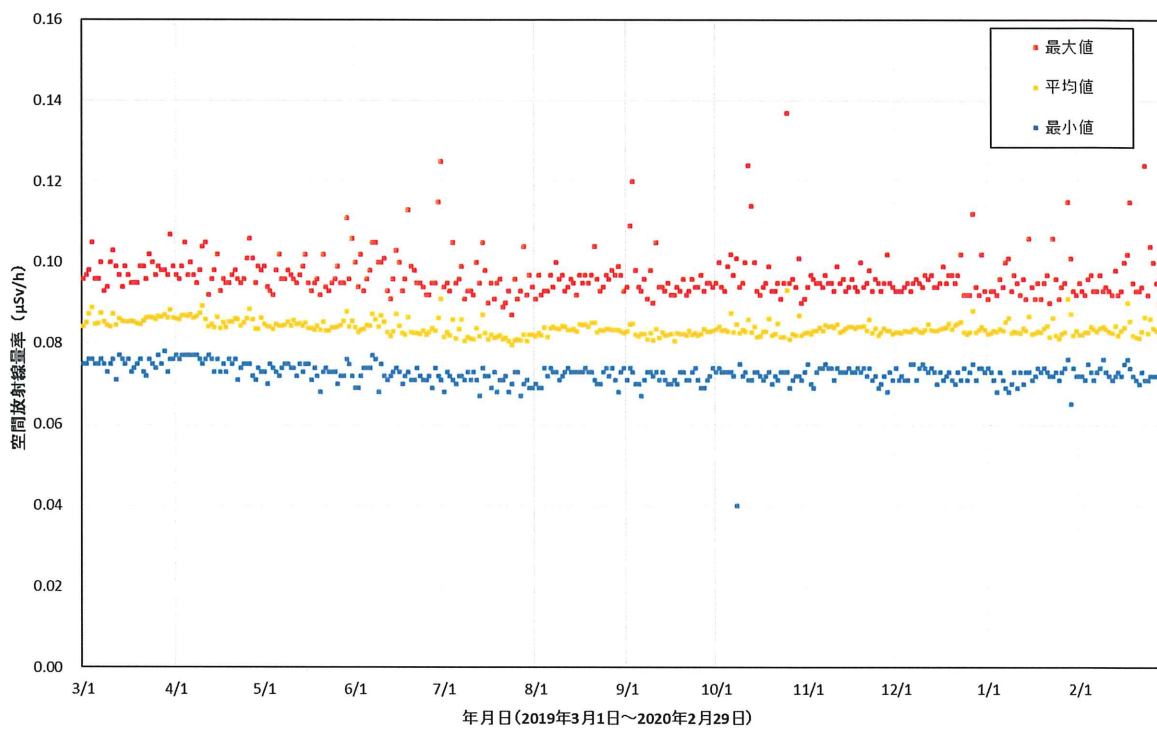
No.16 いわきの里鬼ヶ城オートキャンプ場



7/27~8/16 は測定器故障のため欠測  
8/24~9/18 は設備工事のため欠測

図 2-10-2(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」

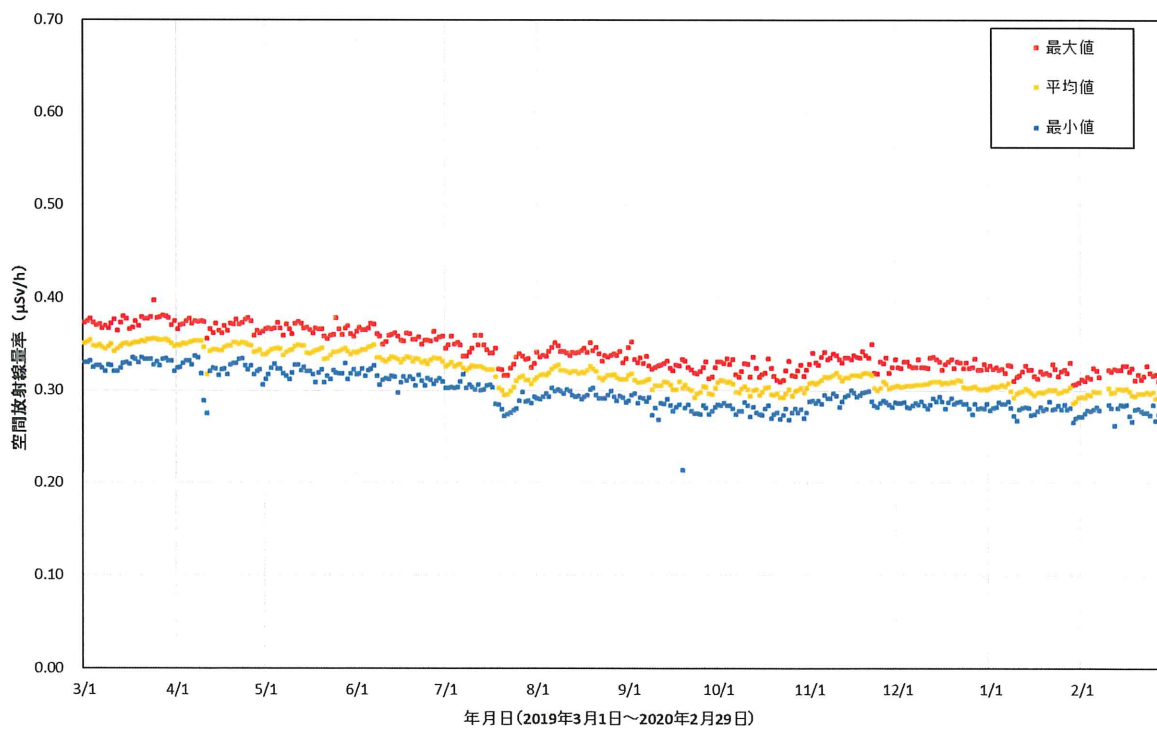
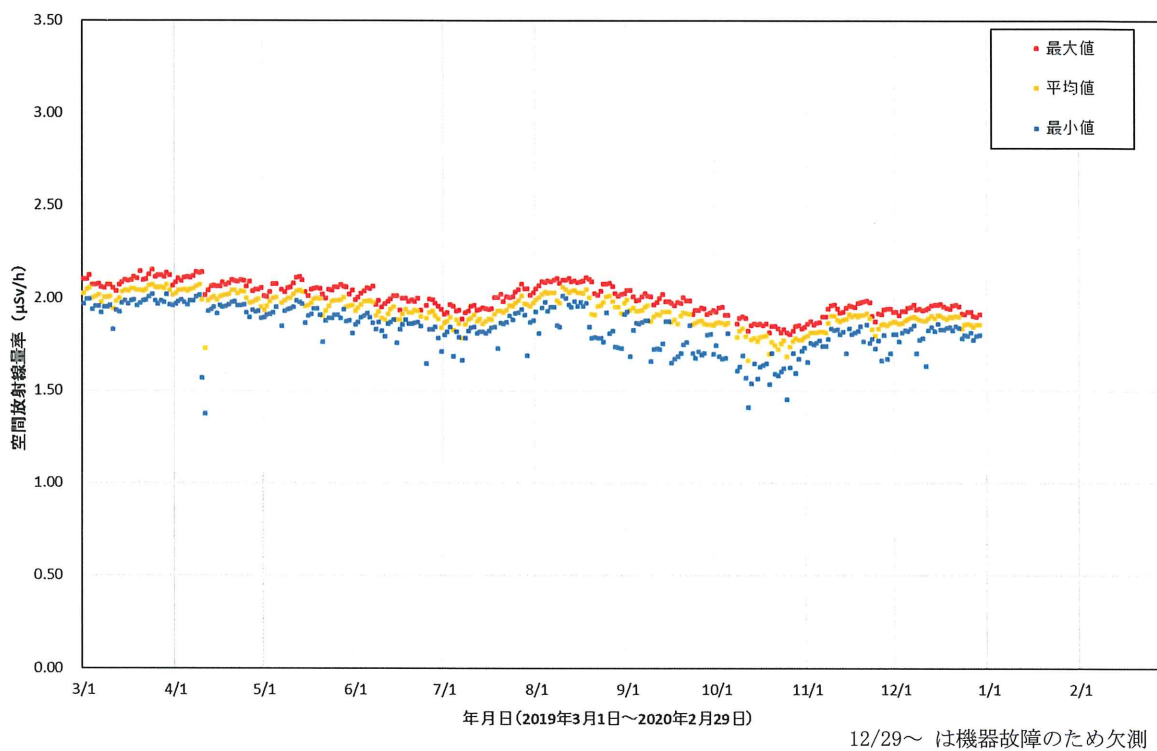


図 2-10-2(9) 各地点のトレンドグラフ

No.19 石熊公民館



No.20 福島県浪江ひまわり荘

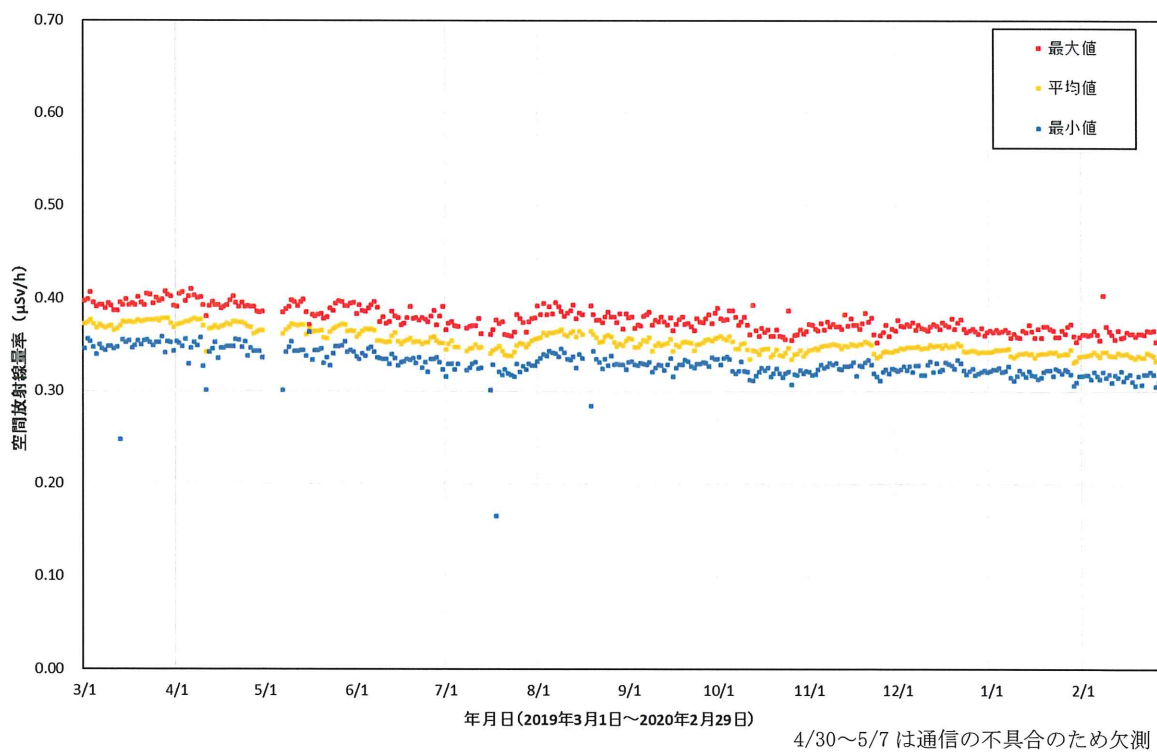
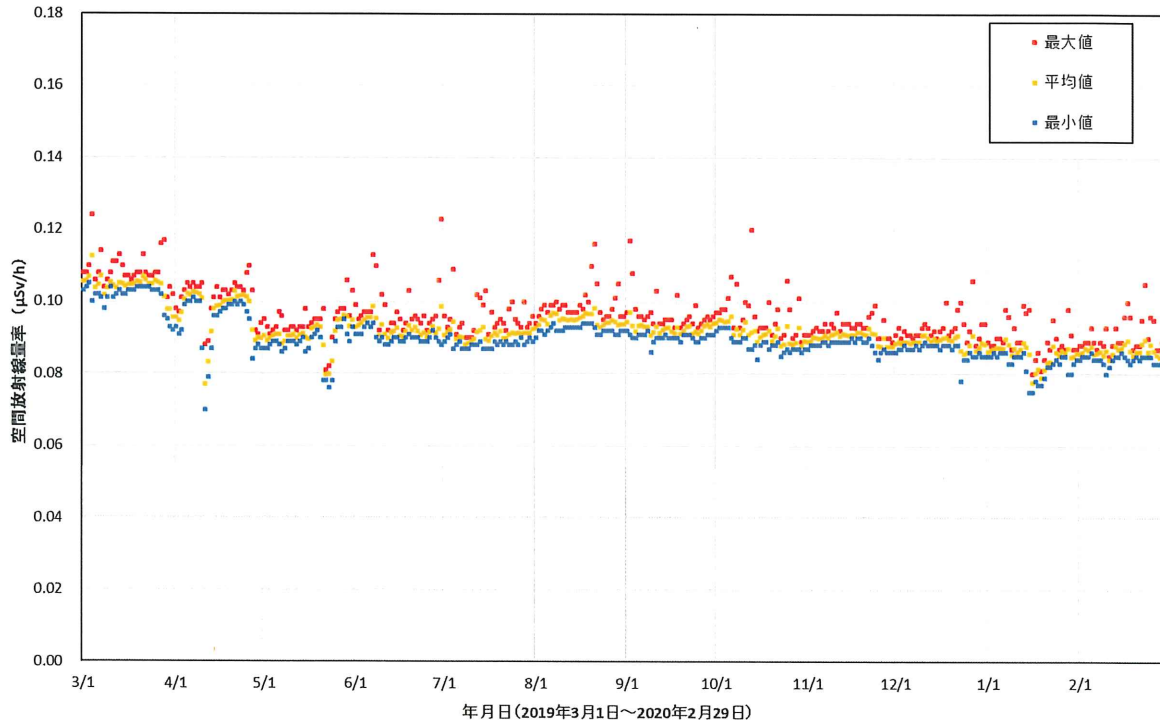


図 2-10-2(10) 各地点のトレンドグラフ

No.21 場々多目的研修センター



No.22 合子集落農事集会所

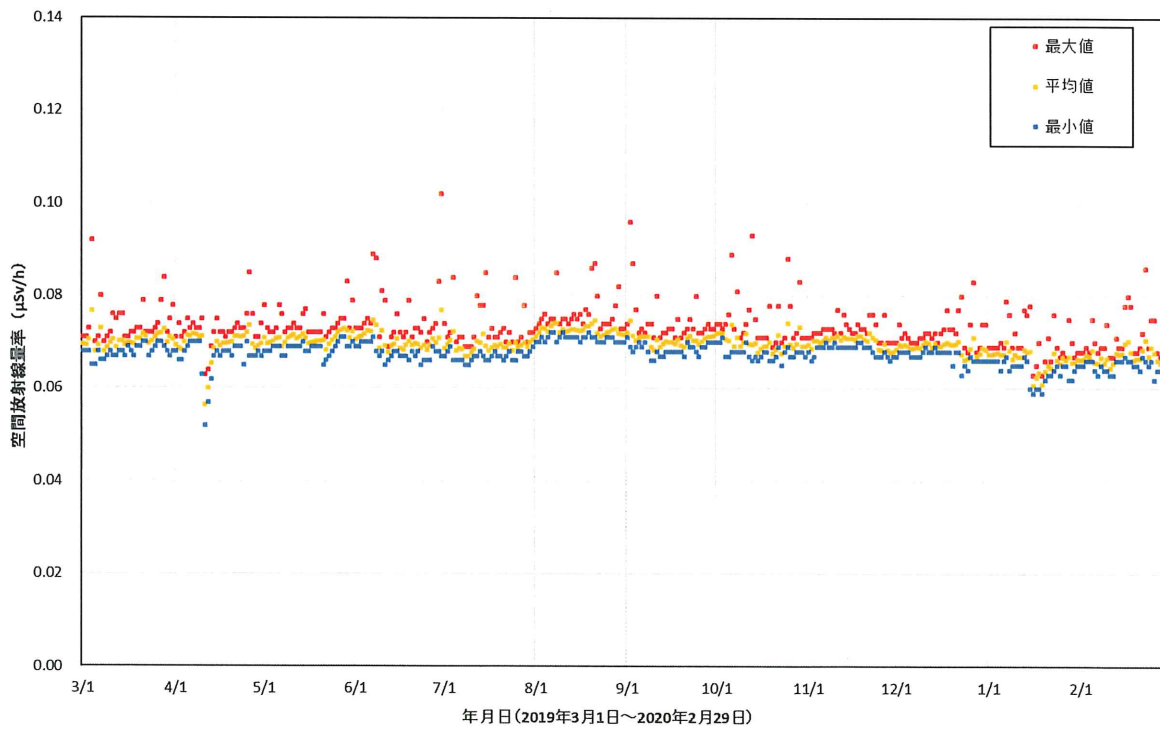
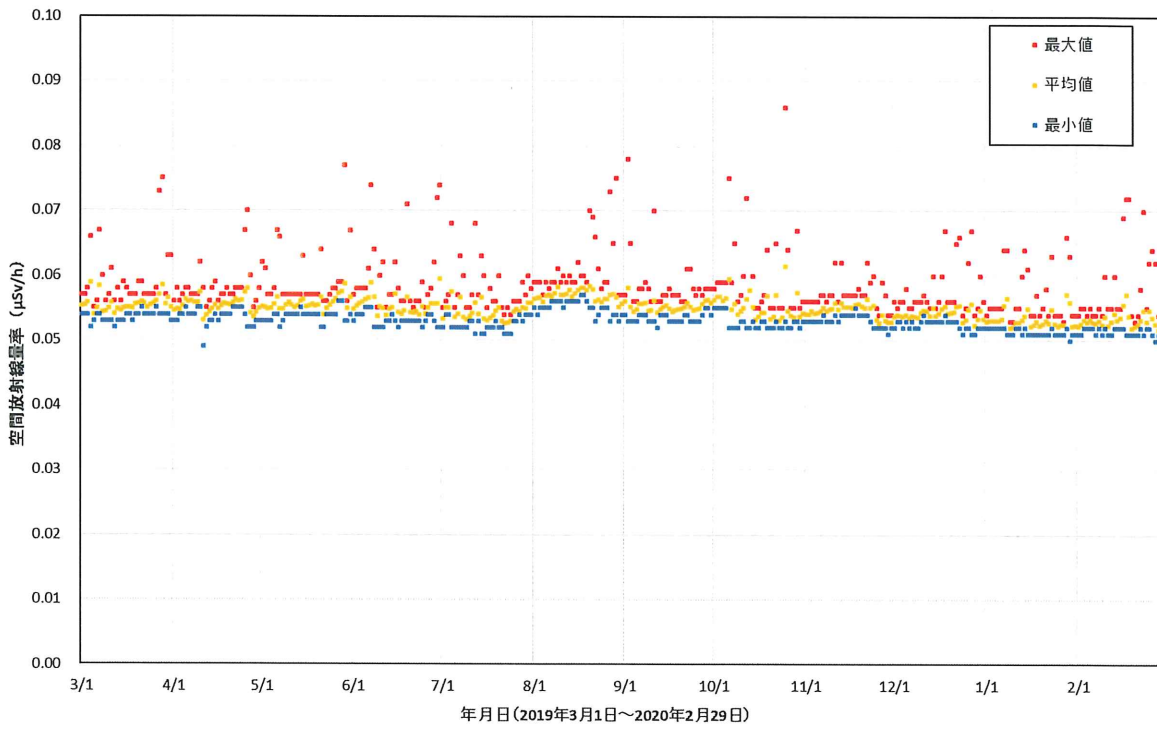


図 2-10-2(11) 各地点のトレンドグラフ

No.23 福浦小学校



No.24 金房幼稚園

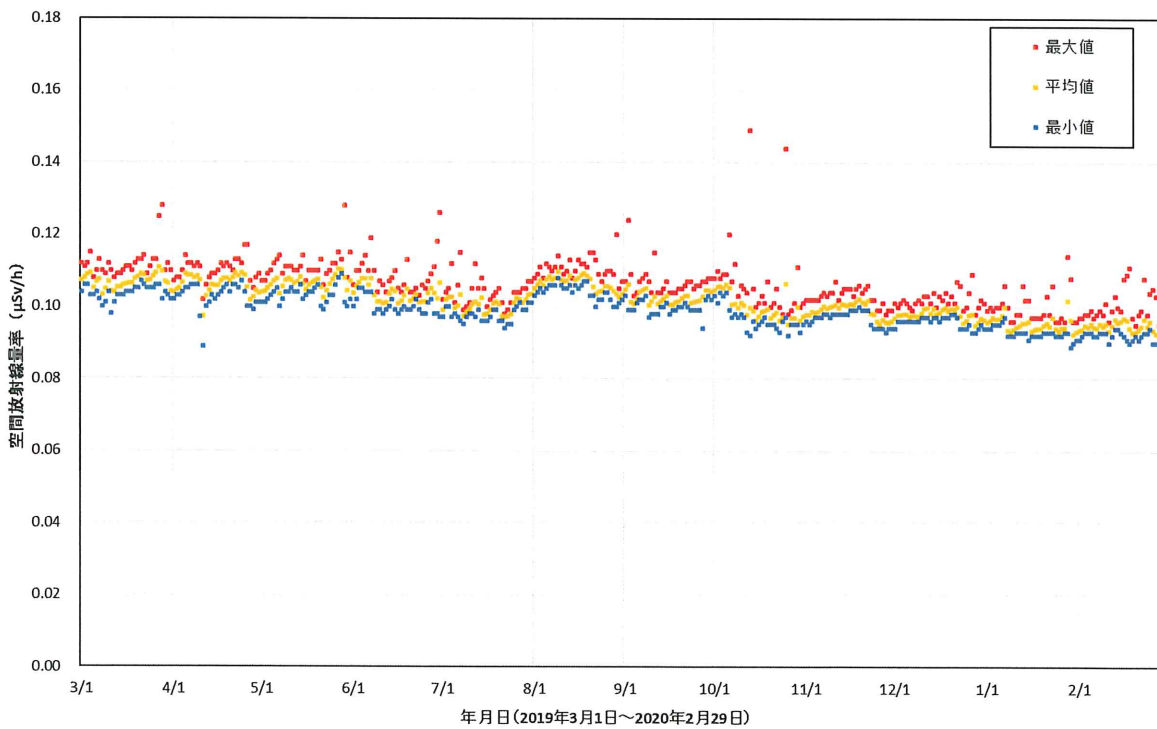
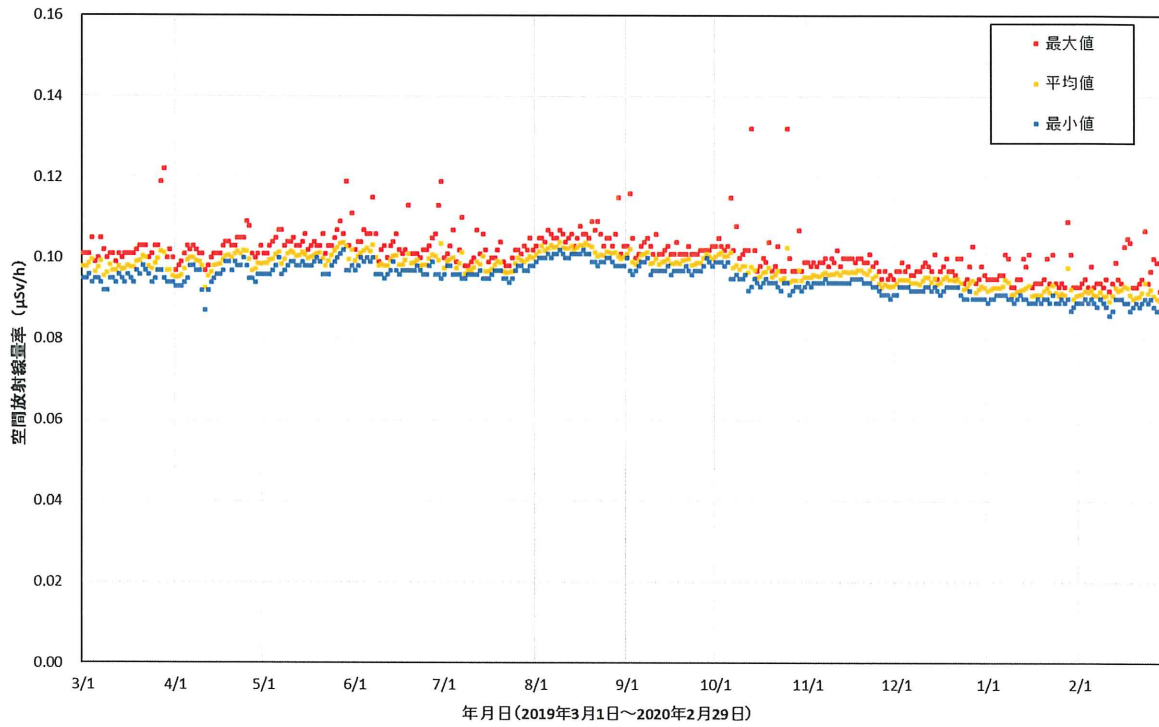


図 2-10-2(12) 各地点のトレンドグラフ

No.25 鳩原小学校



No.26 小高区団第3分団第10部屯所

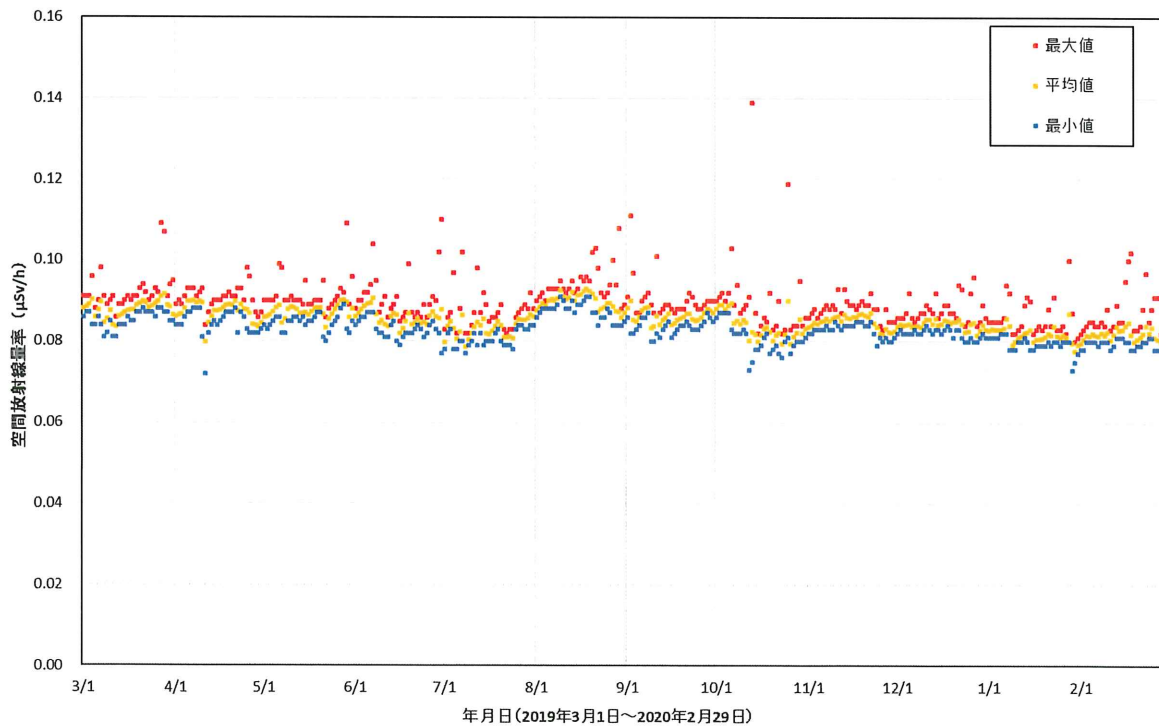
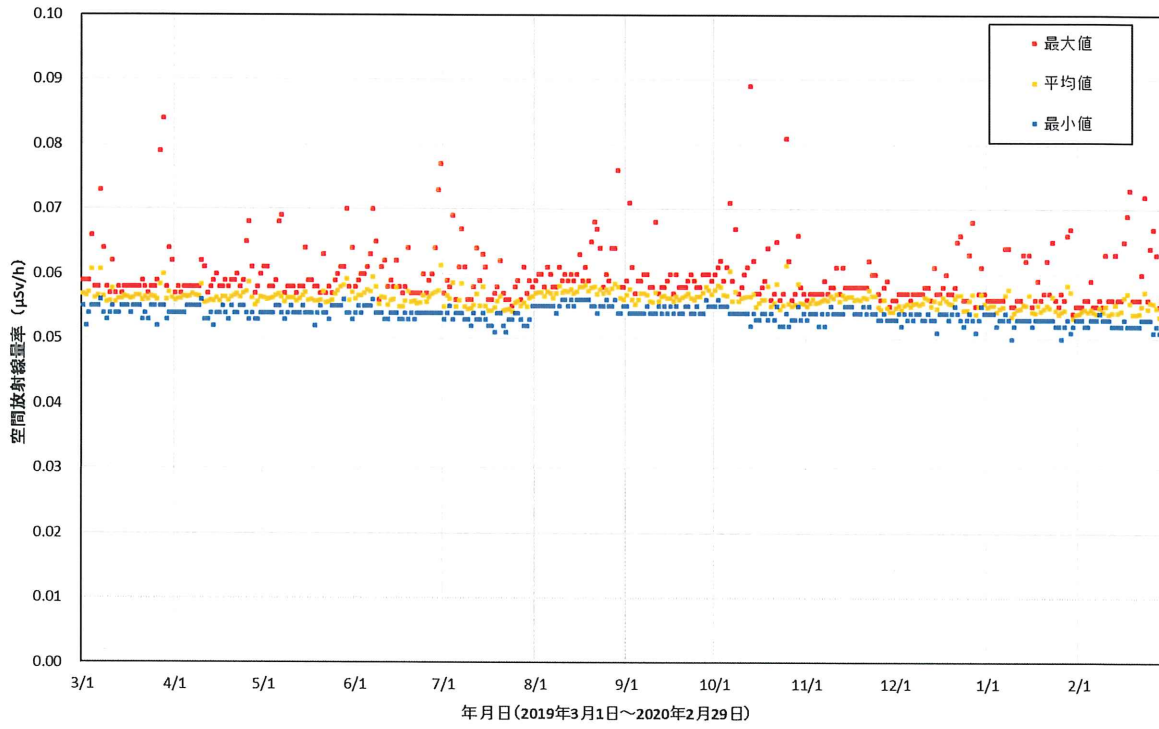


図 2-10-2(13) 各地点のトレンドグラフ

No.27 小高区役所



No.28 高の倉ダム助常観測所

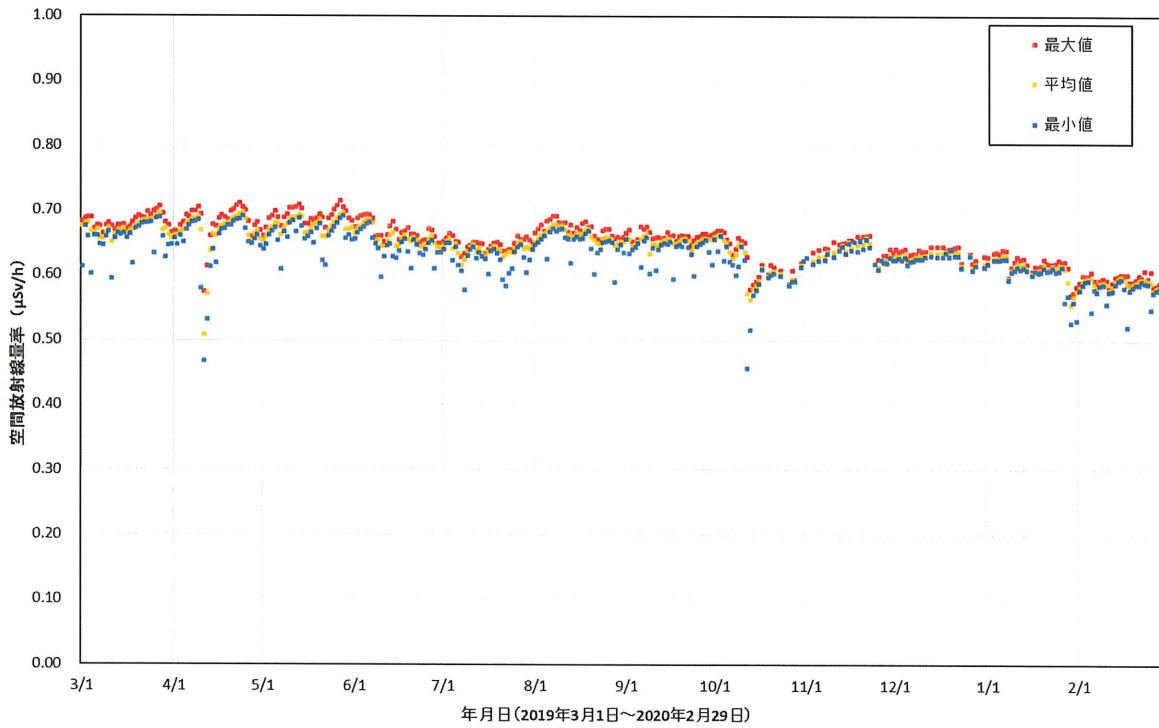
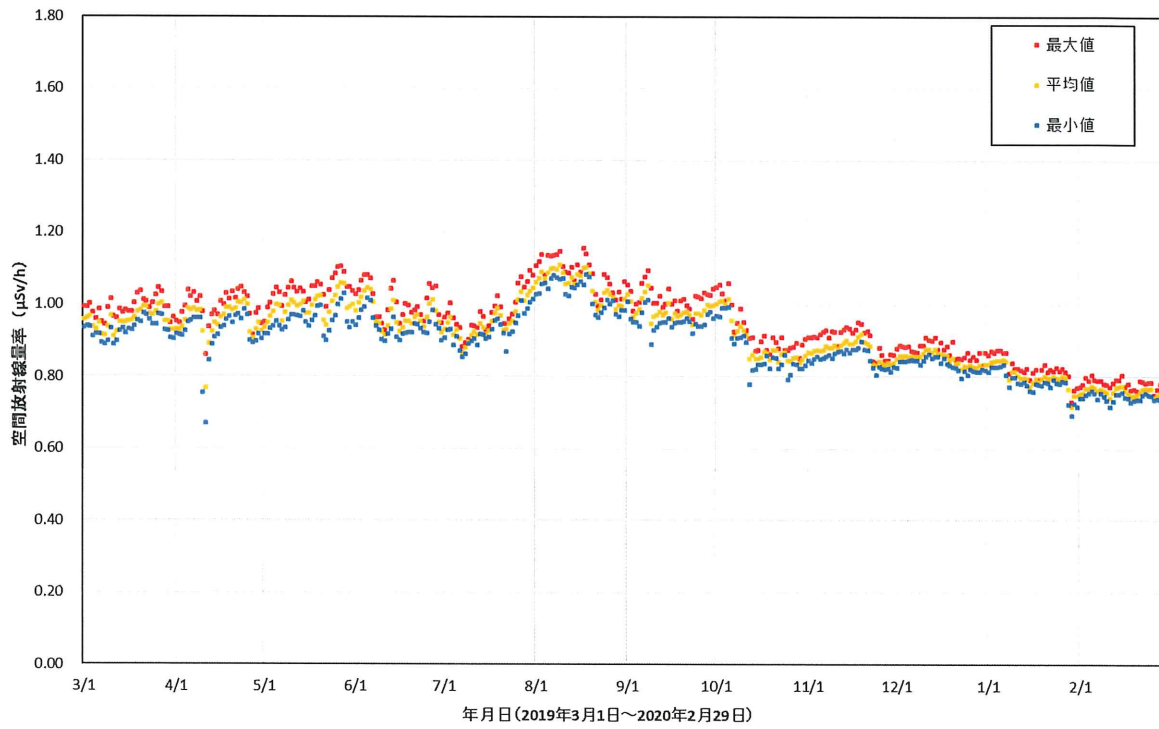


図 2-10-2(14) 各地点のトレンドグラフ



No.29 鉄山ダム



No.30 山木屋駐在所

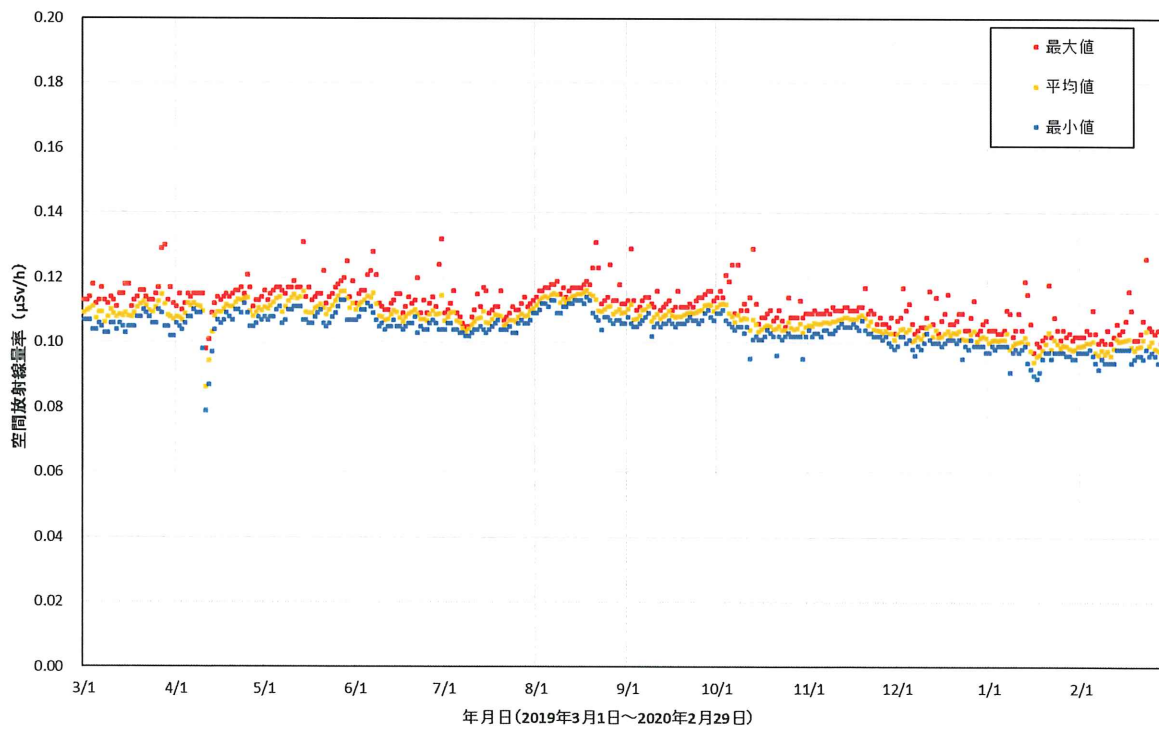
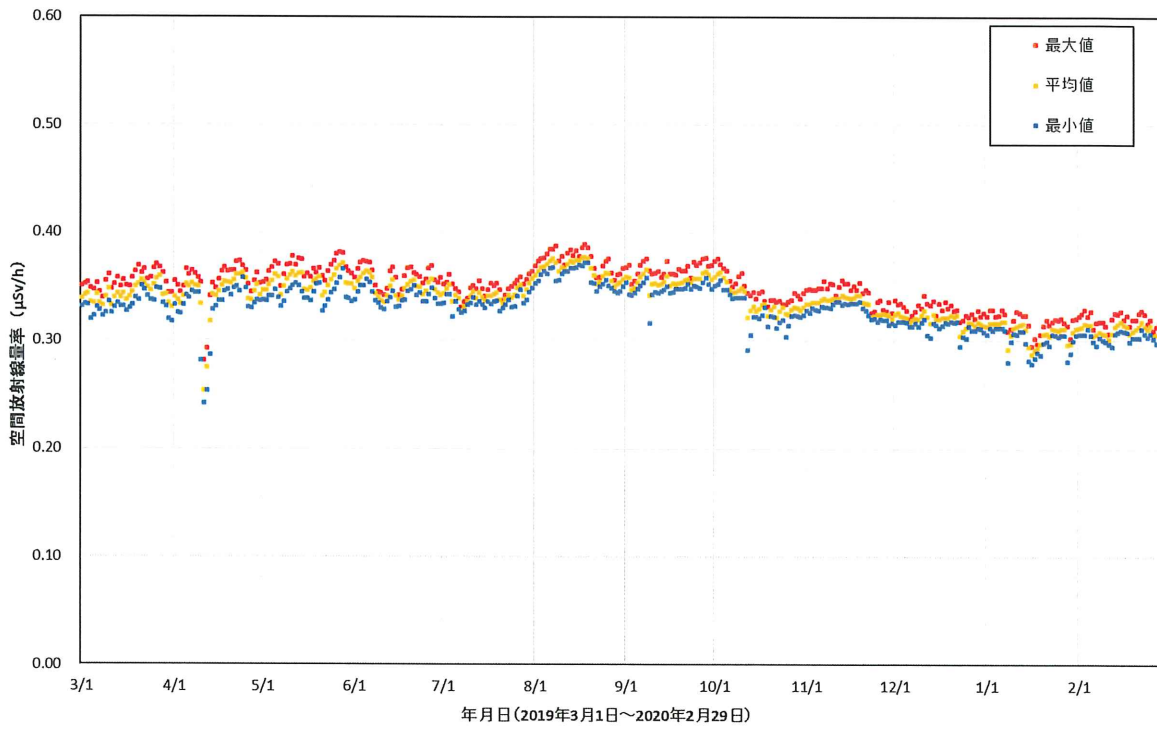


図 2-10-2(15) 各地点のトレンドグラフ



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

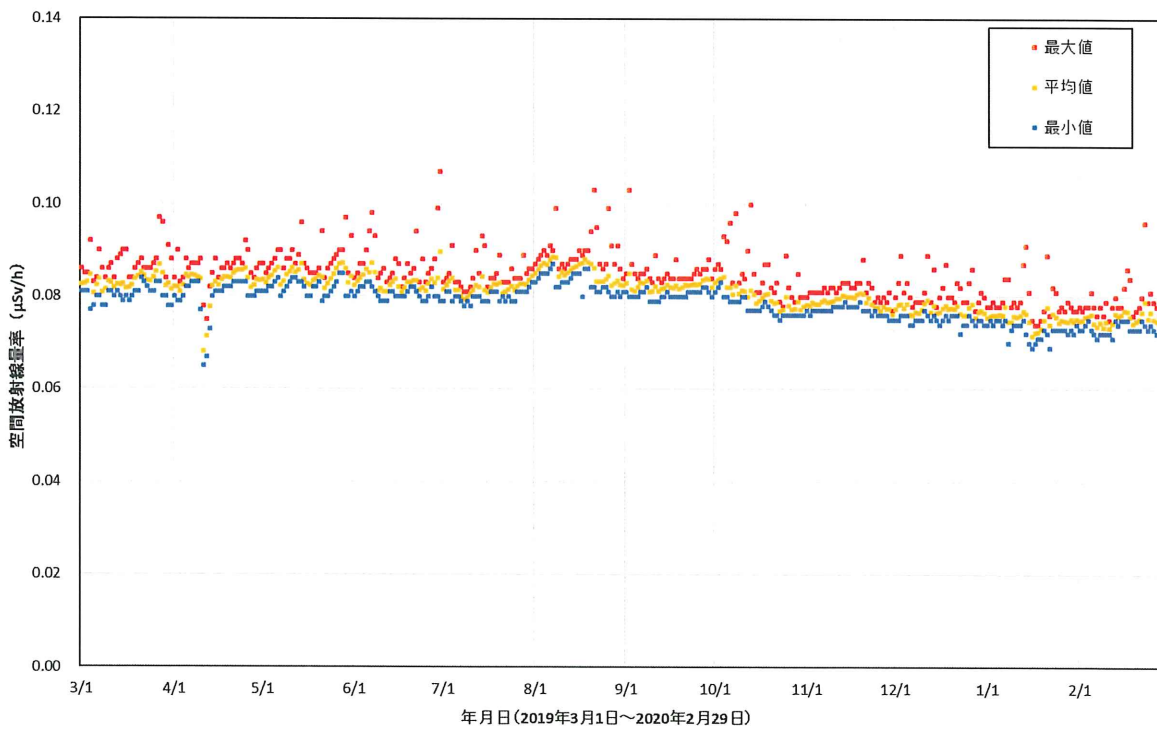
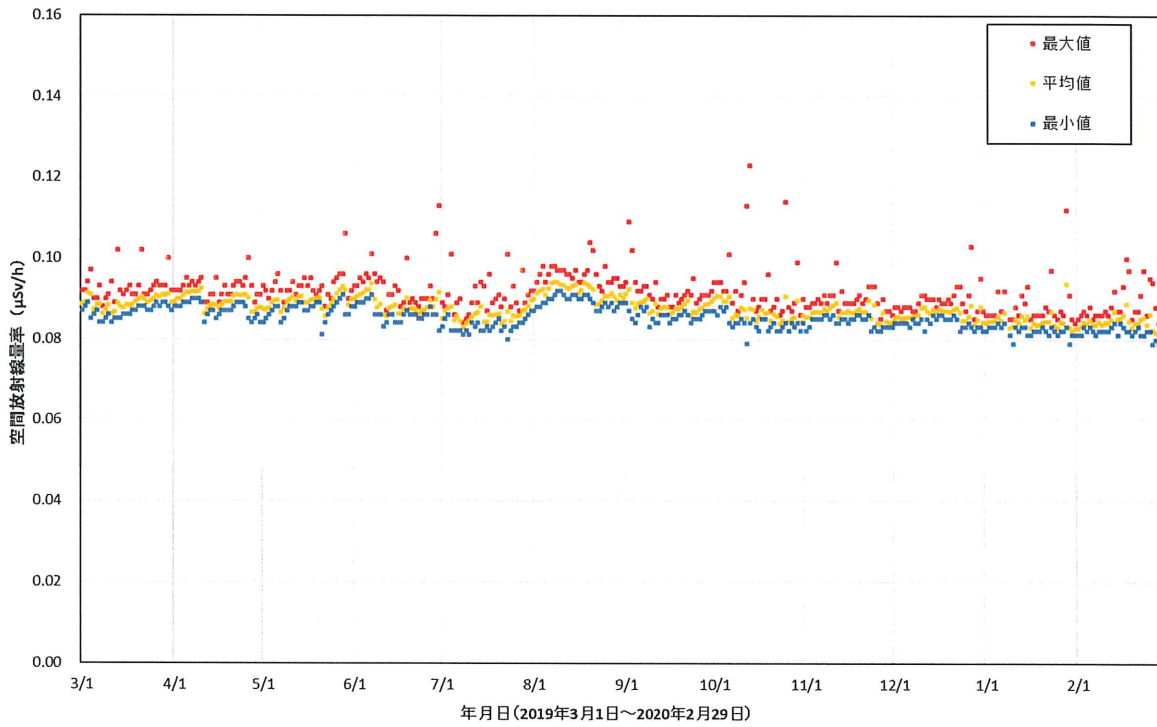


図 2-10-2(16) 各地点のトレンドグラフ

No.34 女平地区集会所



No.35 天神岬スポーツ公園

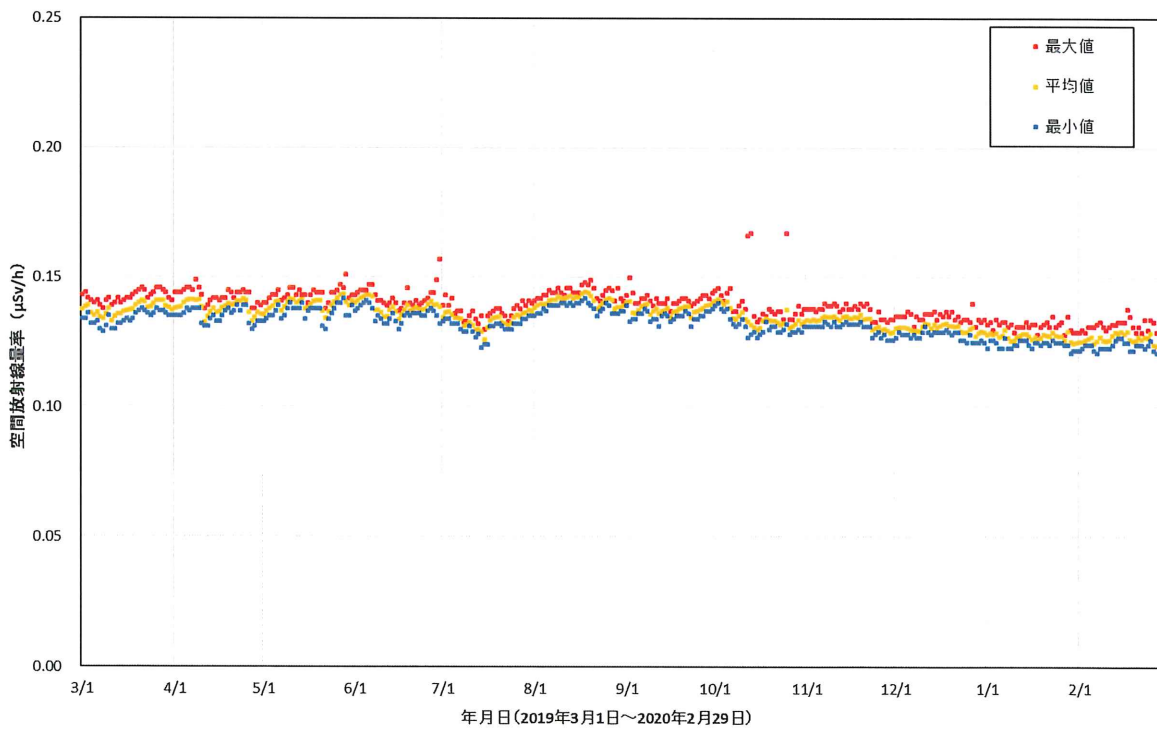
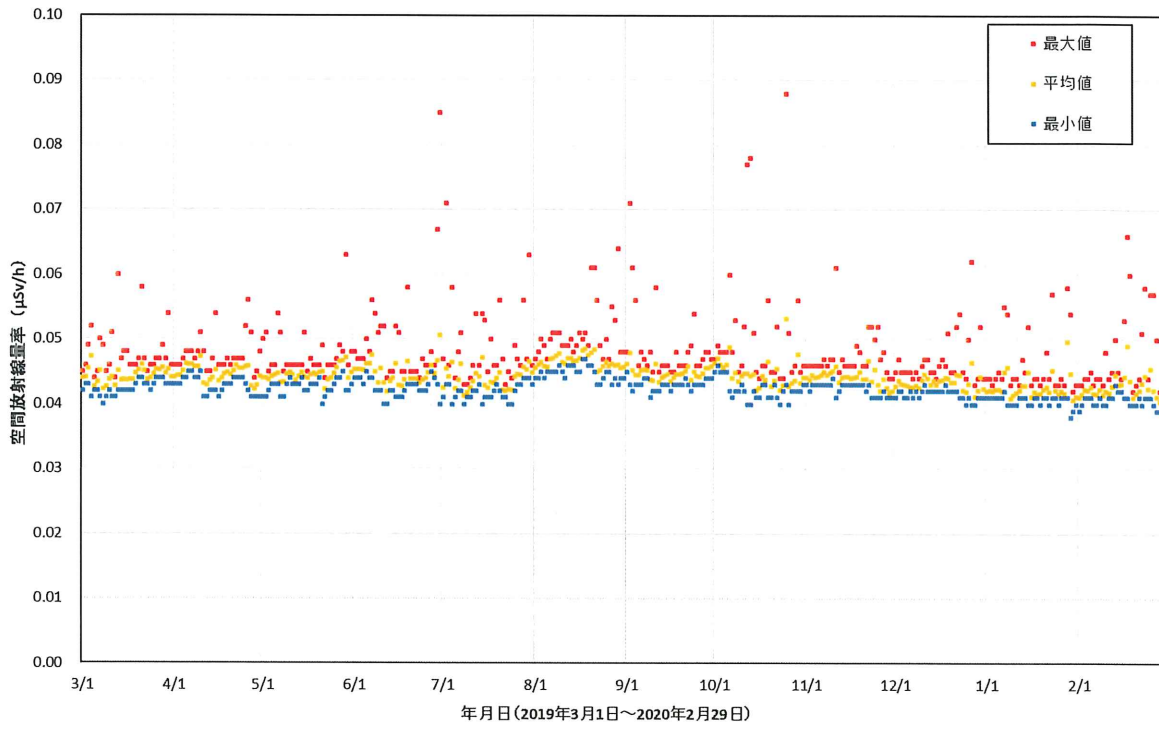


図 2-10-2(17) 各地点のトレンドグラフ

No.36 檜葉南小学校



No.37 営団地区集会所

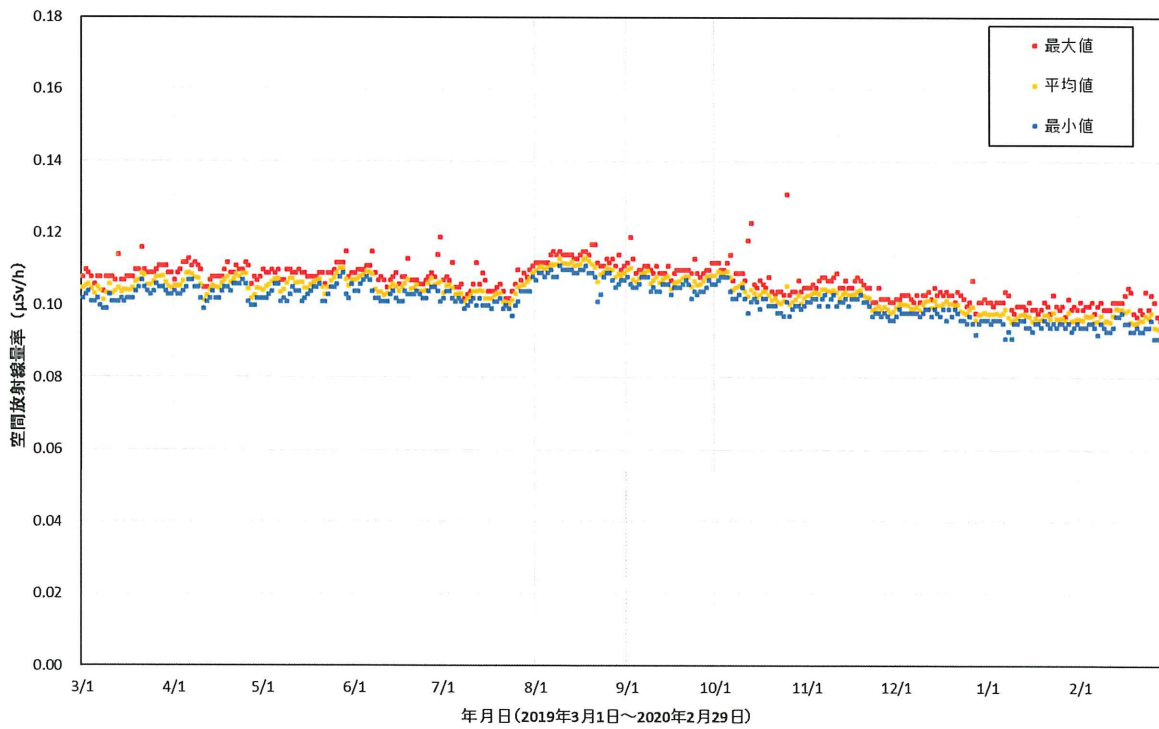
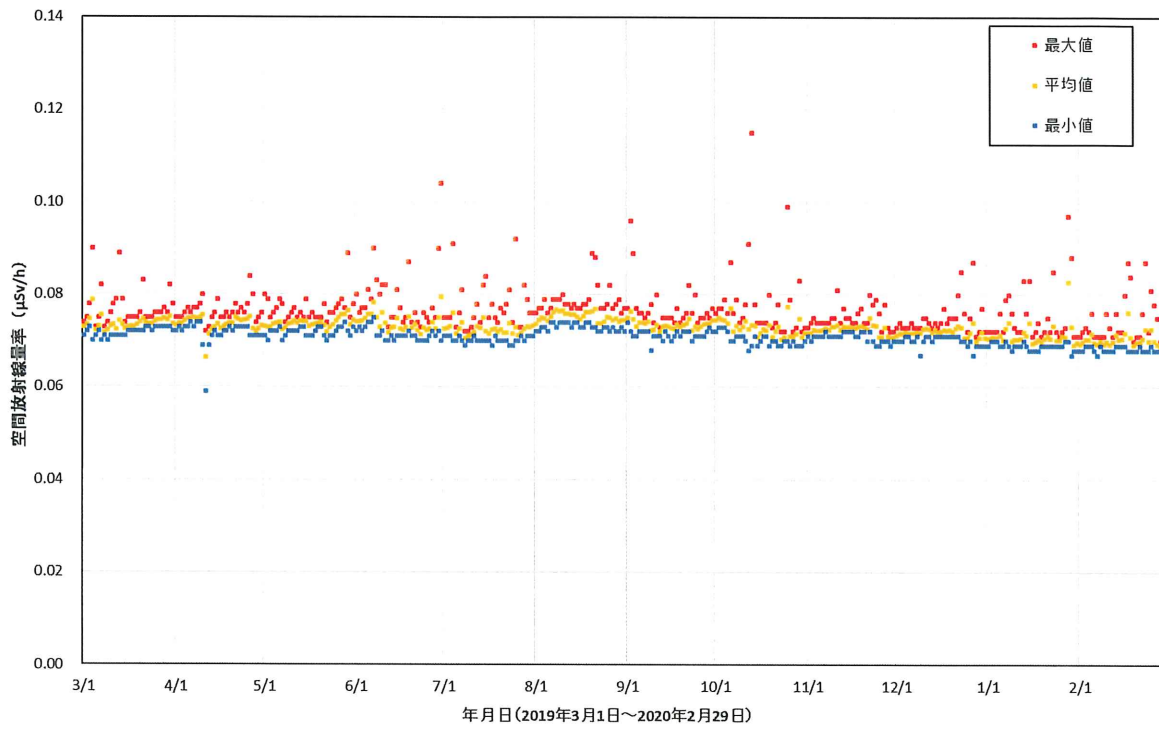


図 2-10-2(18) 各地点のトレンドグラフ

No.38 乙次郎地区集会所



No.39 小良ヶ浜多目的集会所

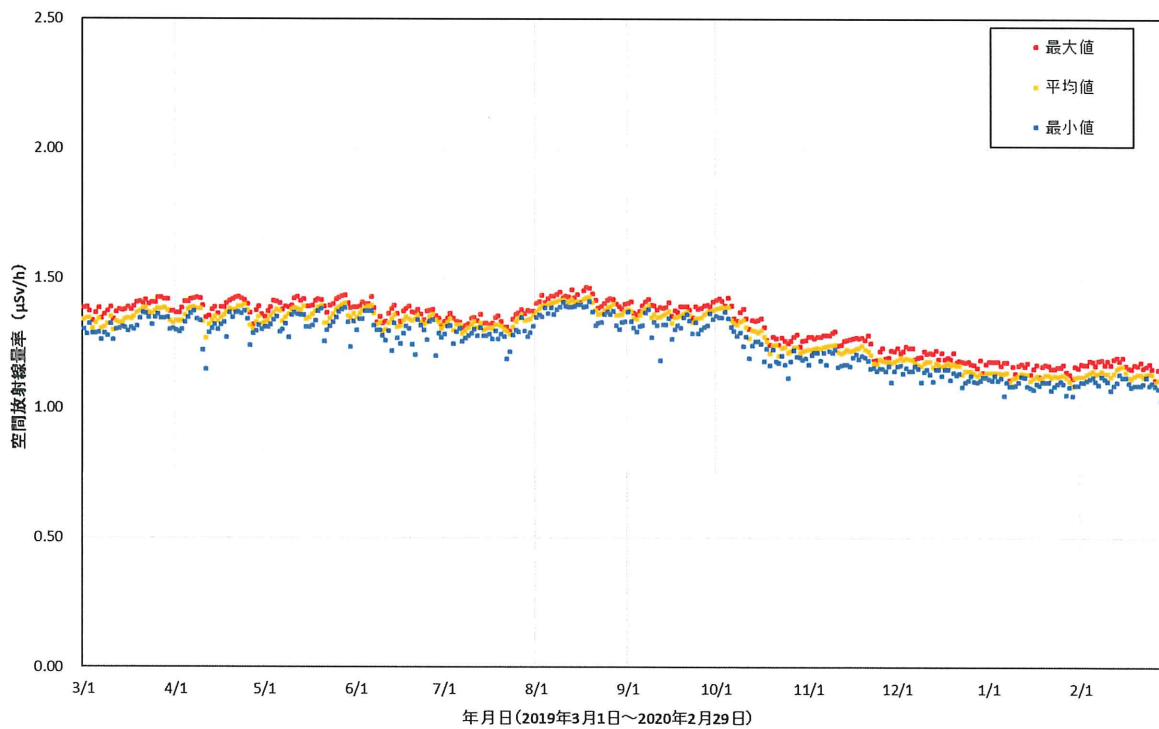
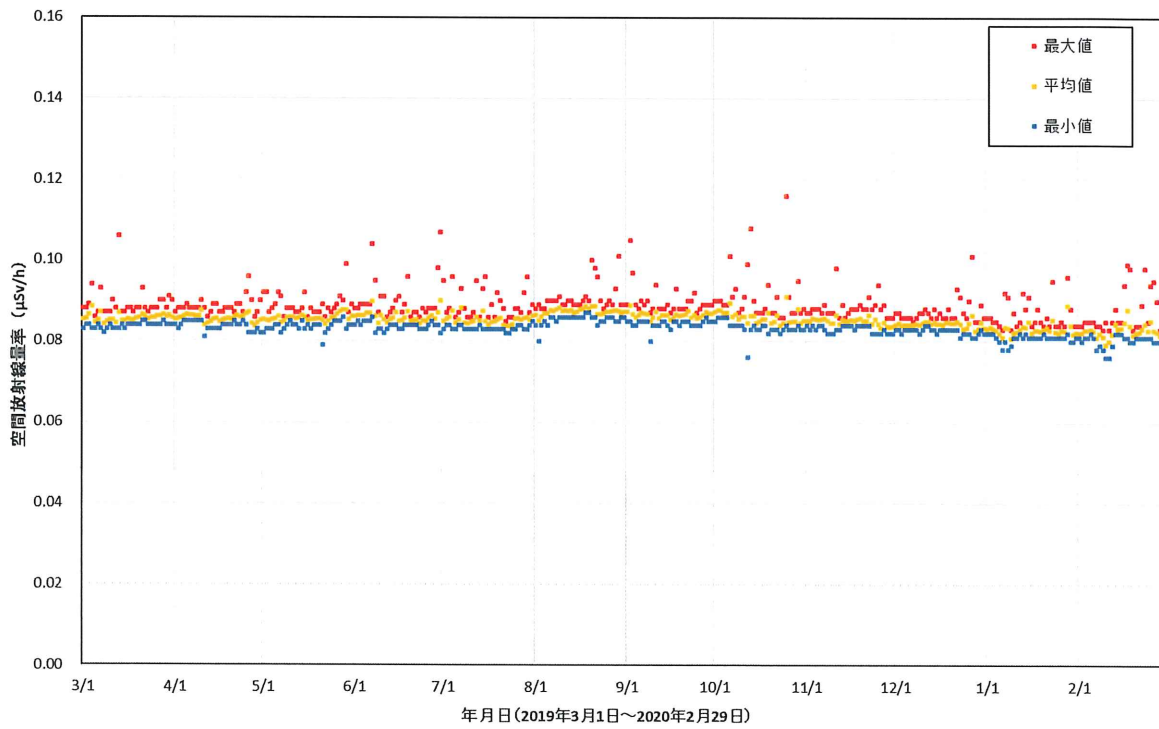


図 2-10-2(19) 各地点のトレンドグラフ

No.40 富岡第一小学校



No.41 富岡第二小学校

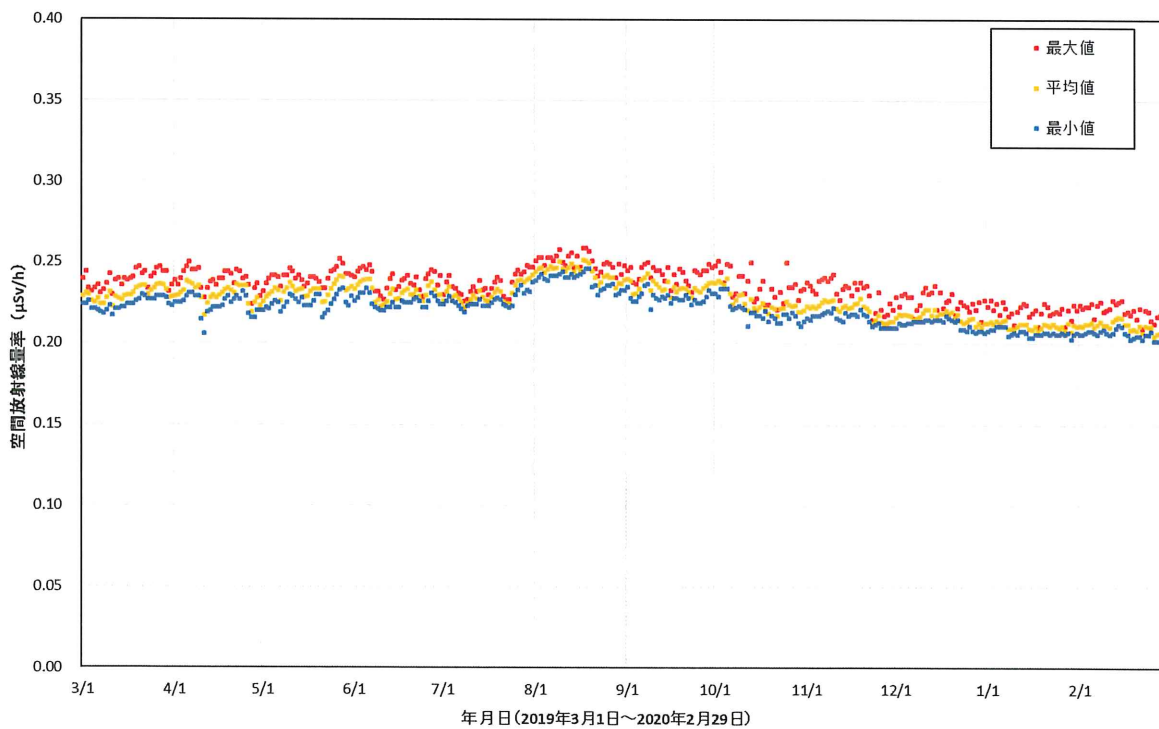
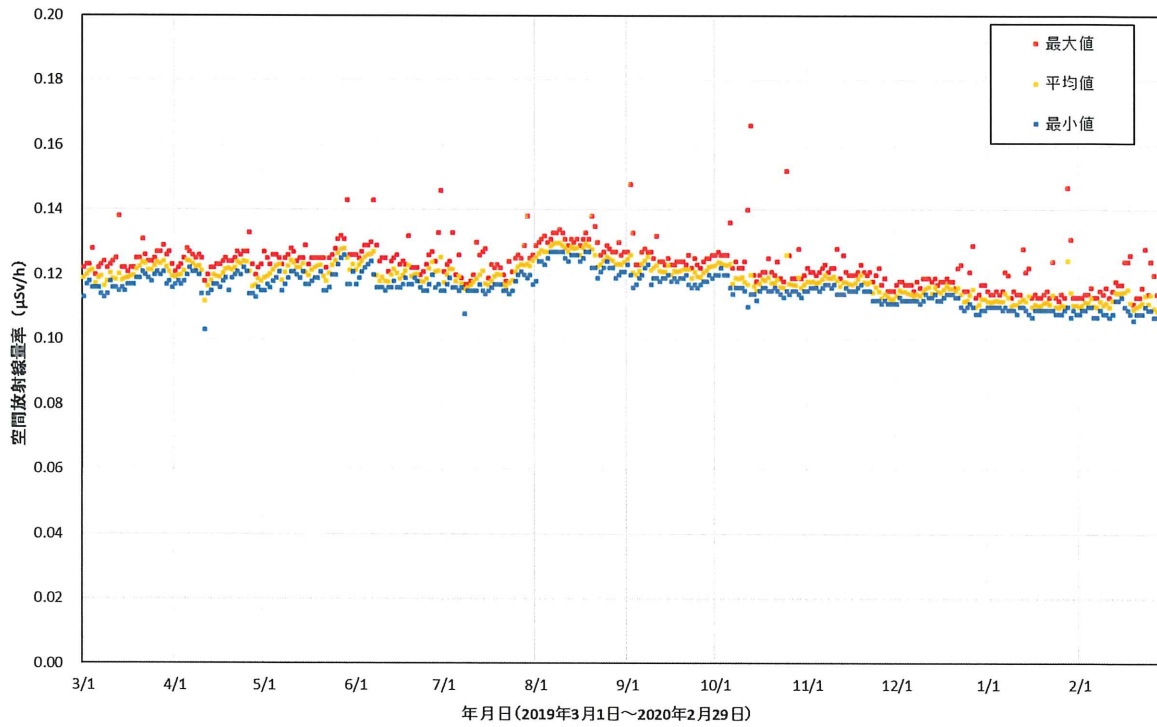


図 2-10-2(20) 各地点のトレンドグラフ

No.42 赤木多目的集会所



No.43 村営バス停留所(貝ノ坂地区)

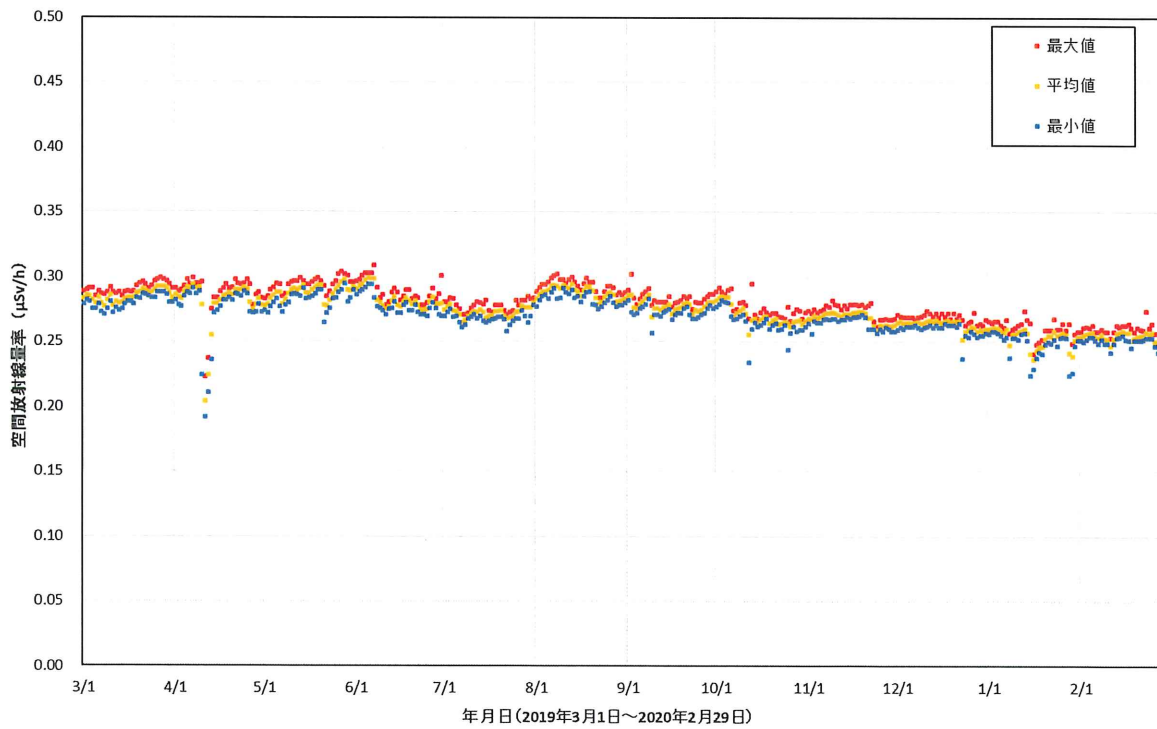
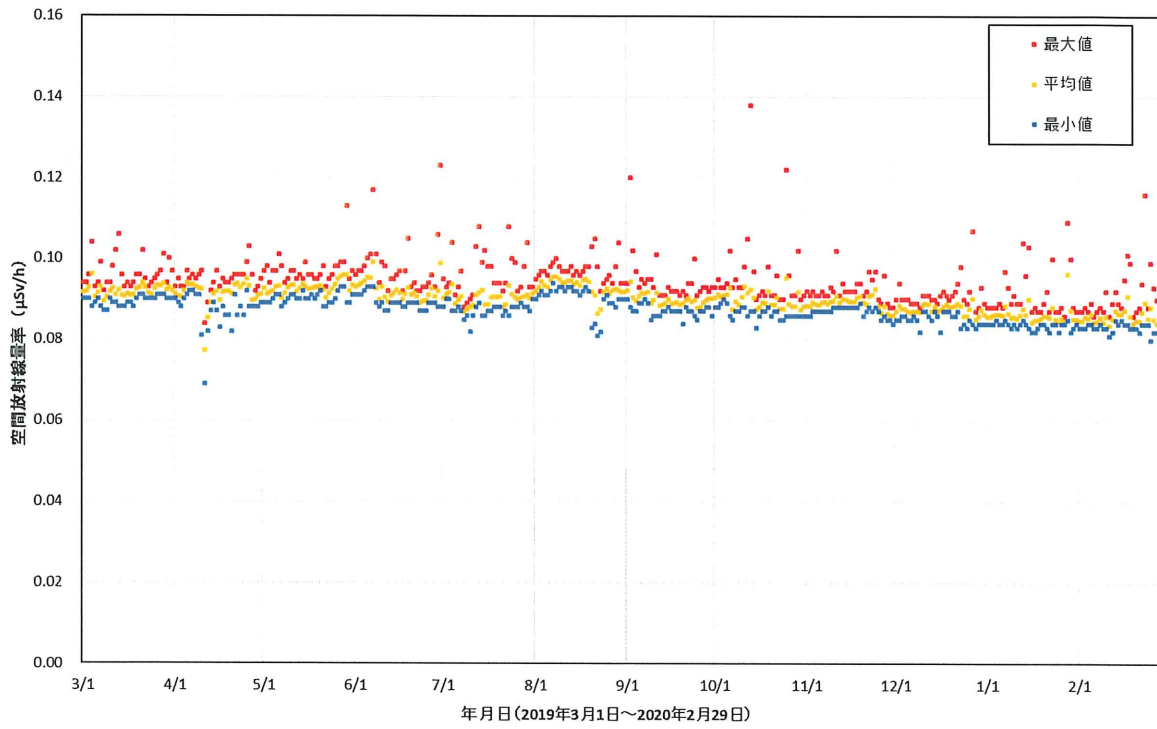
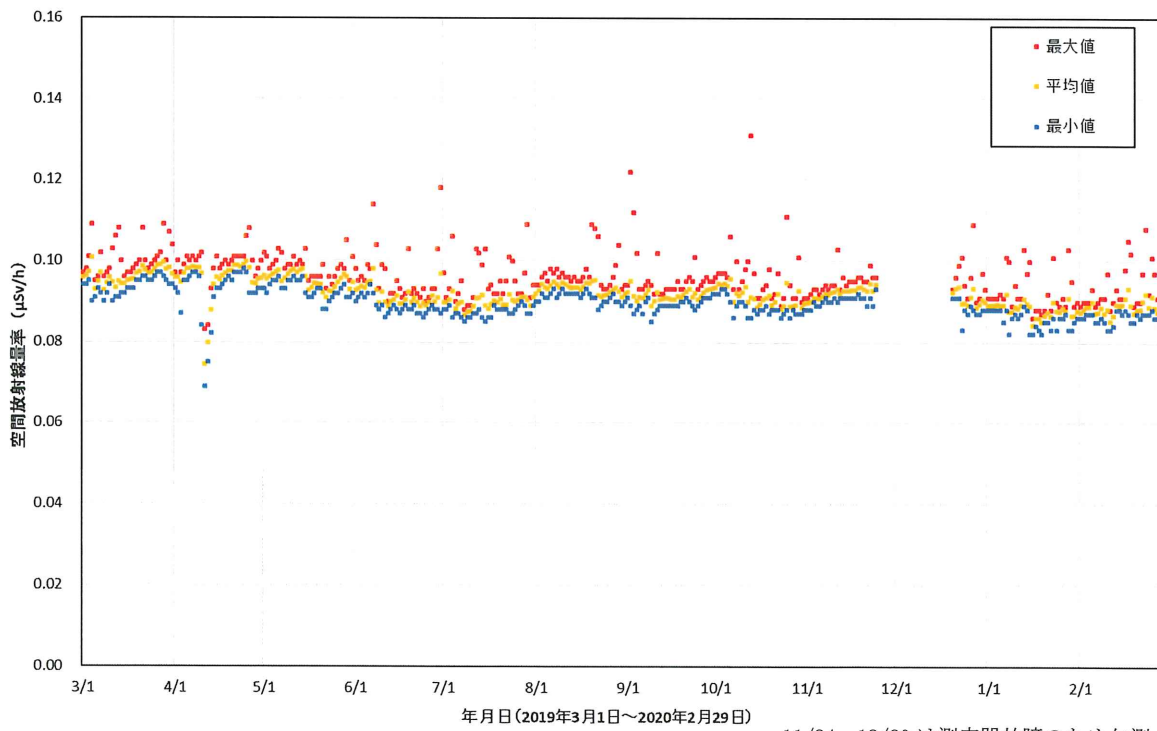


図 2-10-2(21) 各地点のトレンドグラフ

No.44 五枚沢集会所



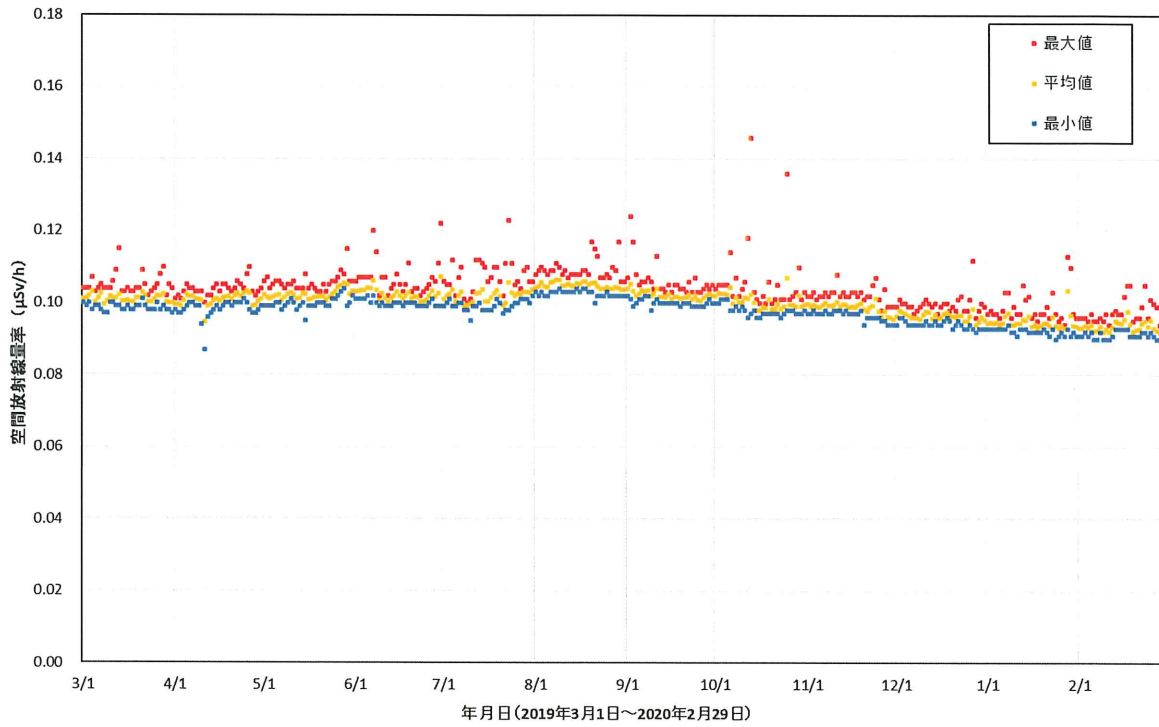
No.45 毛戸集会所



11/24～12/20 は測定器故障のため欠測

図 2-10-2(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

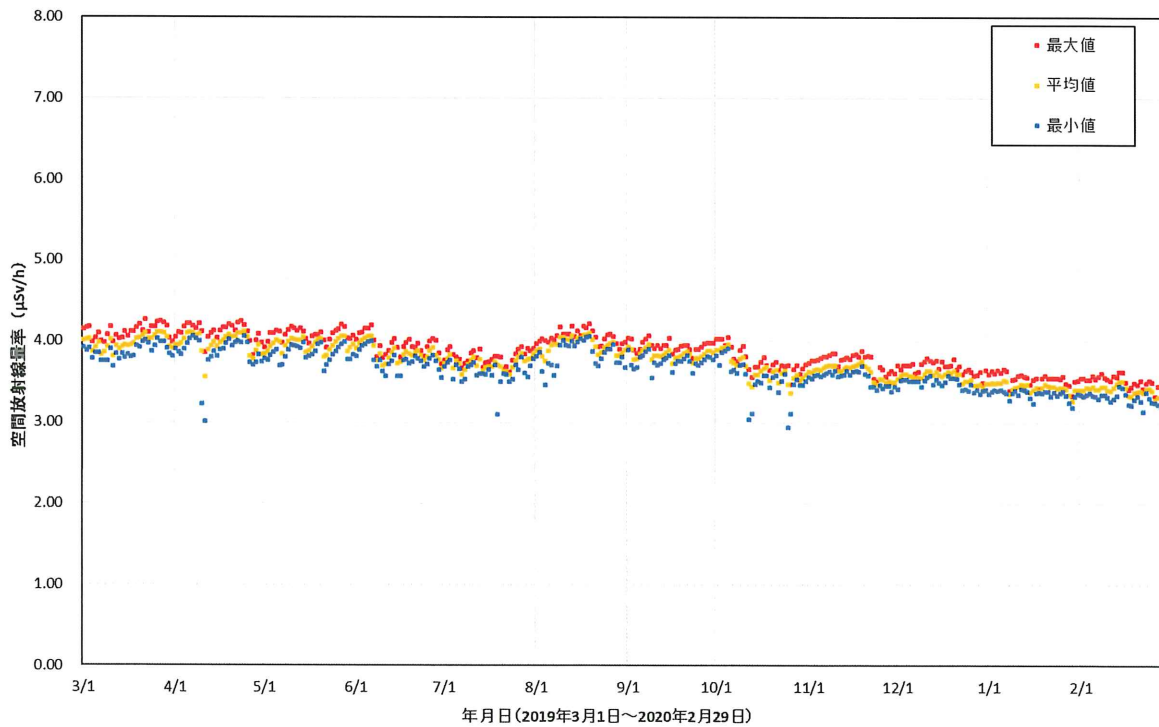
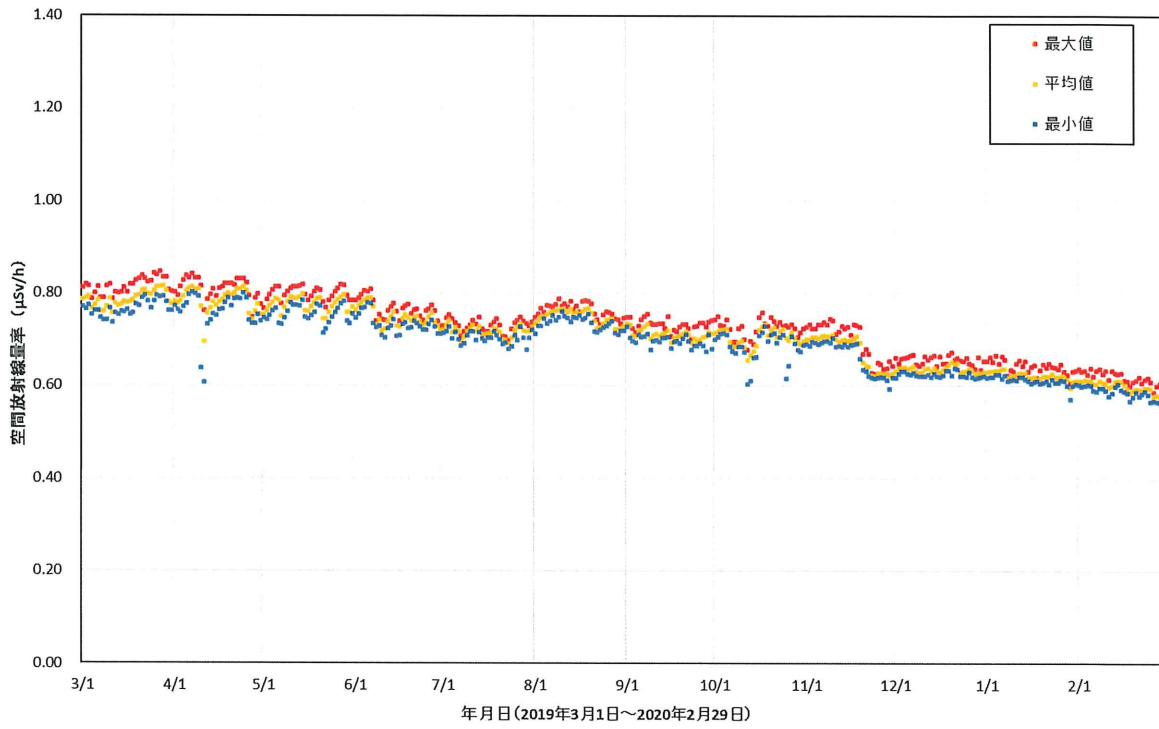


図 2-10-2(23) 各地点のトレンドグラフ



No.48 熊一区地区集会所



No.49 熊町小学校

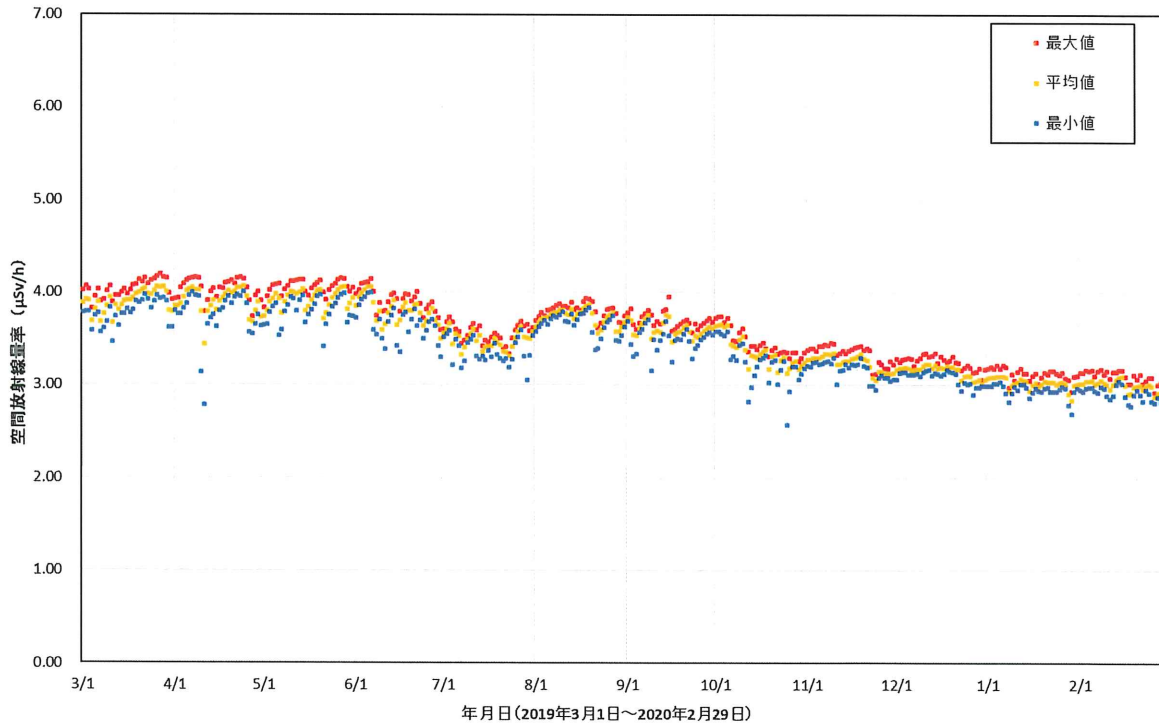
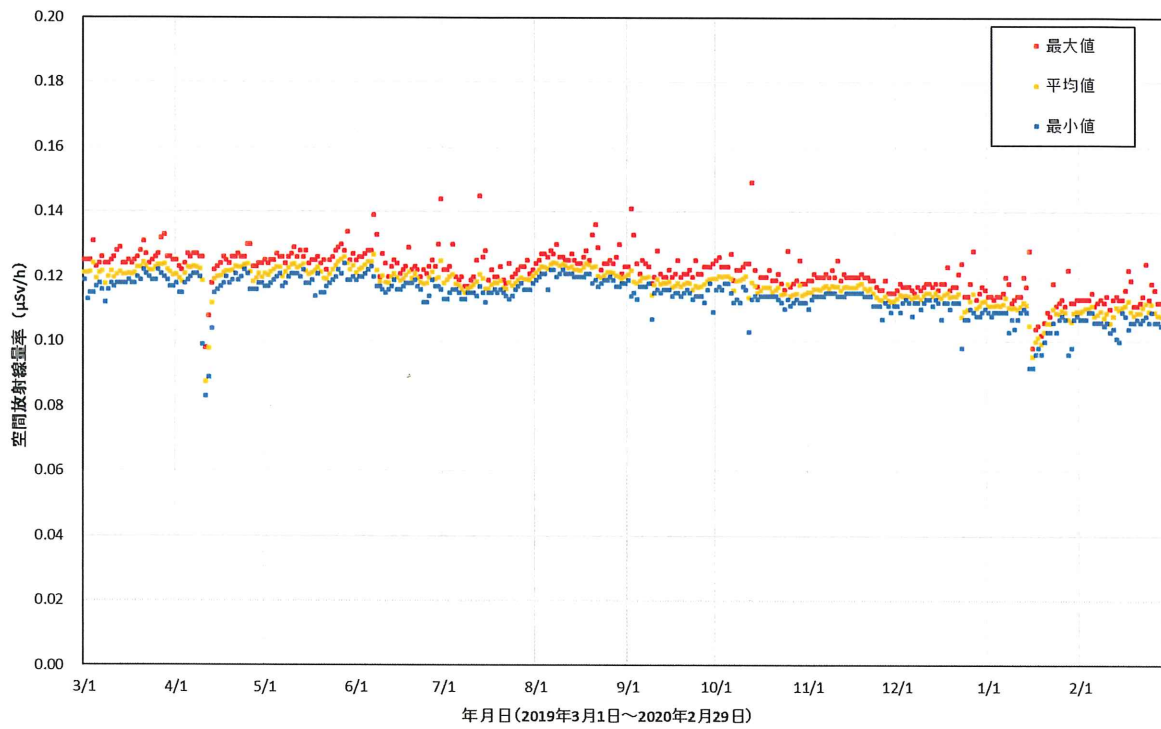


図 2-10-2(24) 各地点のトレンドグラフ

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

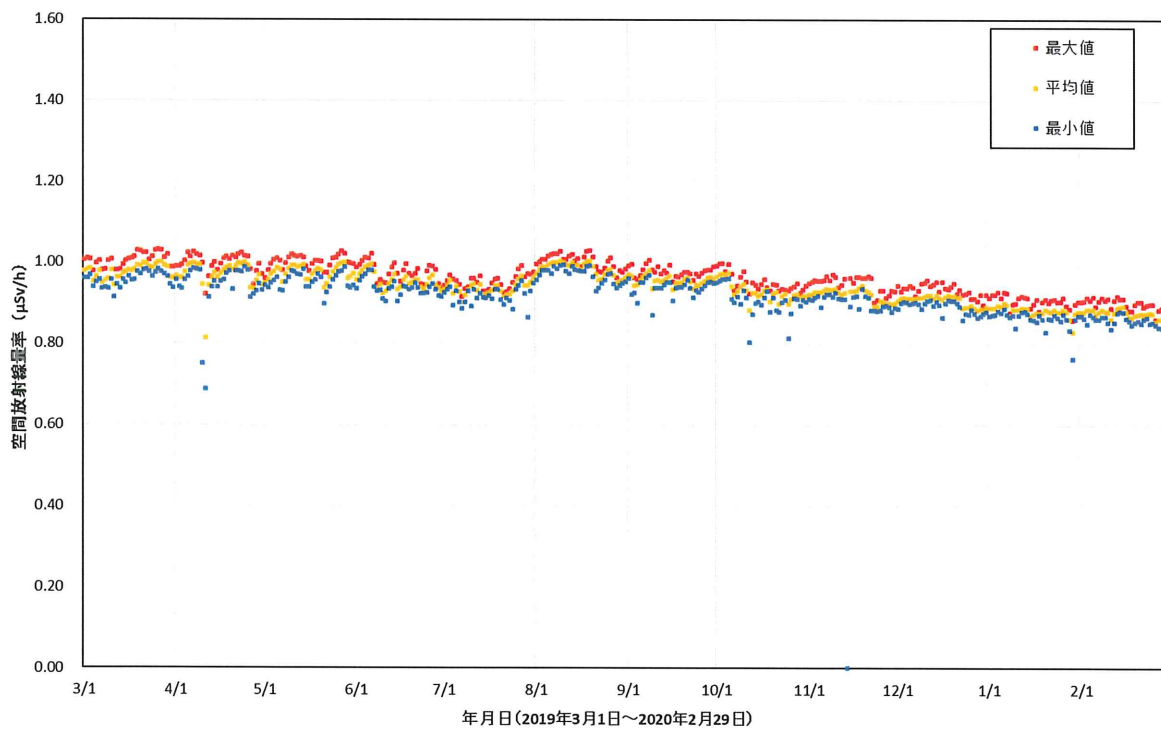
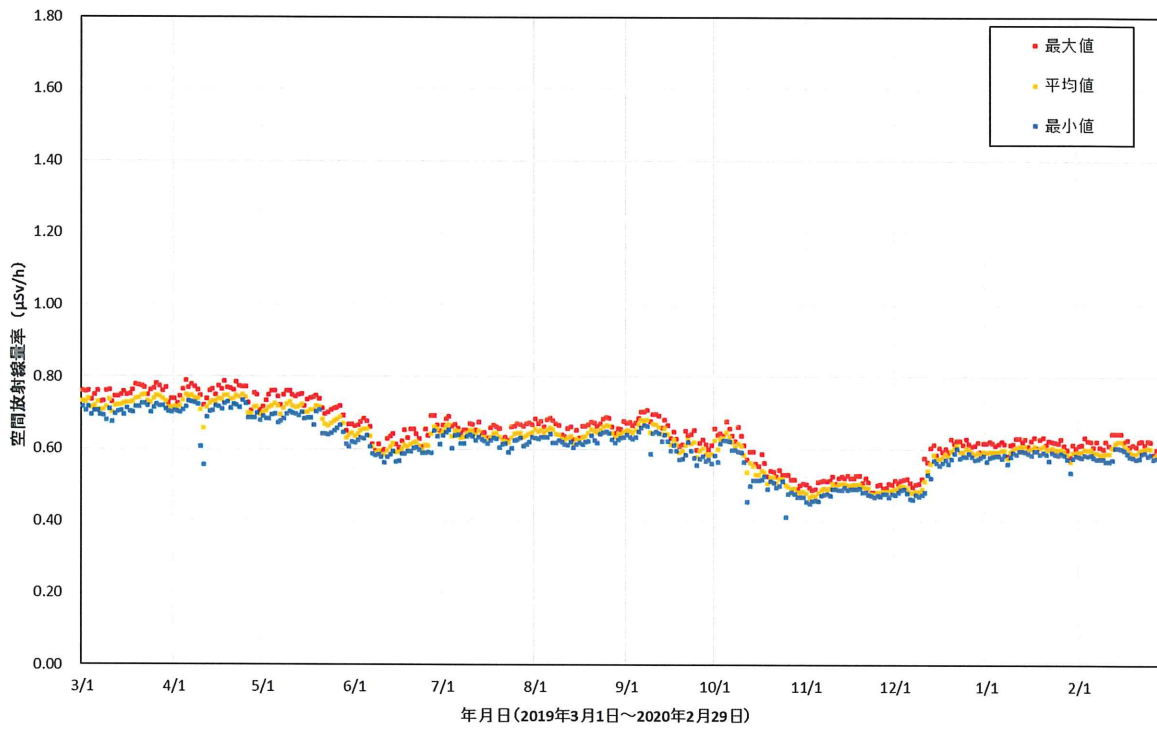


図 2-10-2(25) 各地点のトレンドグラフ

No.52 北部コミュニティーセンター



No.53 双葉総合公園

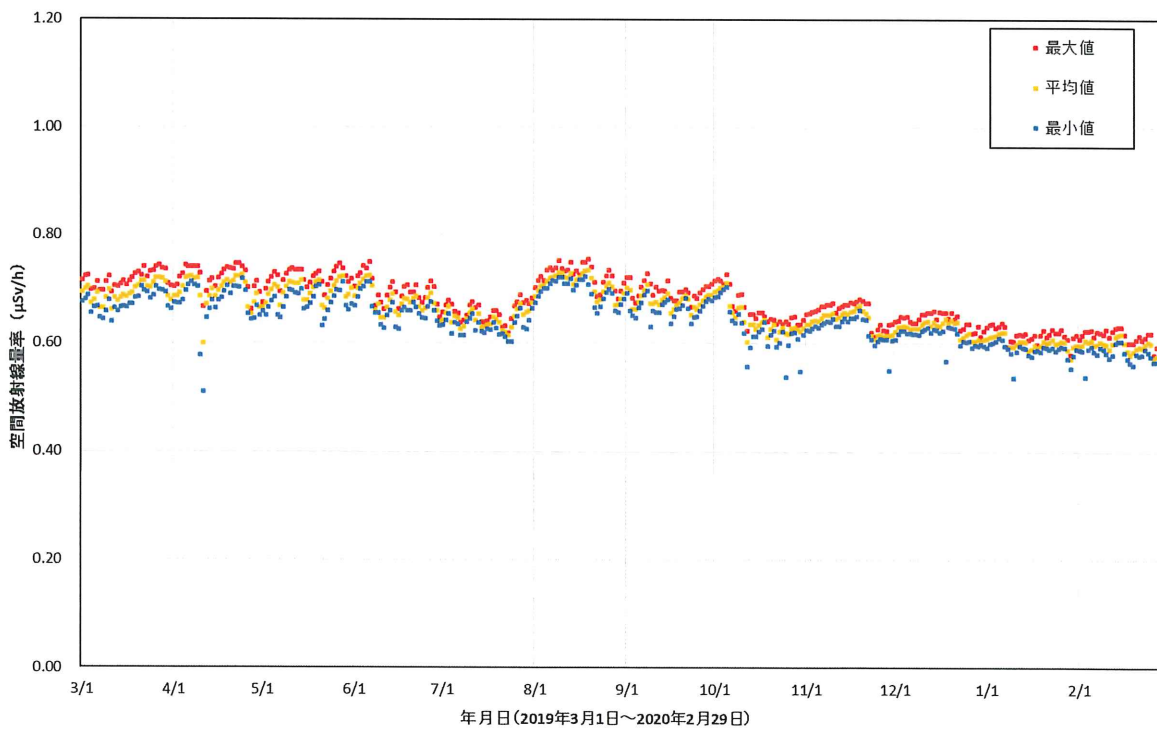
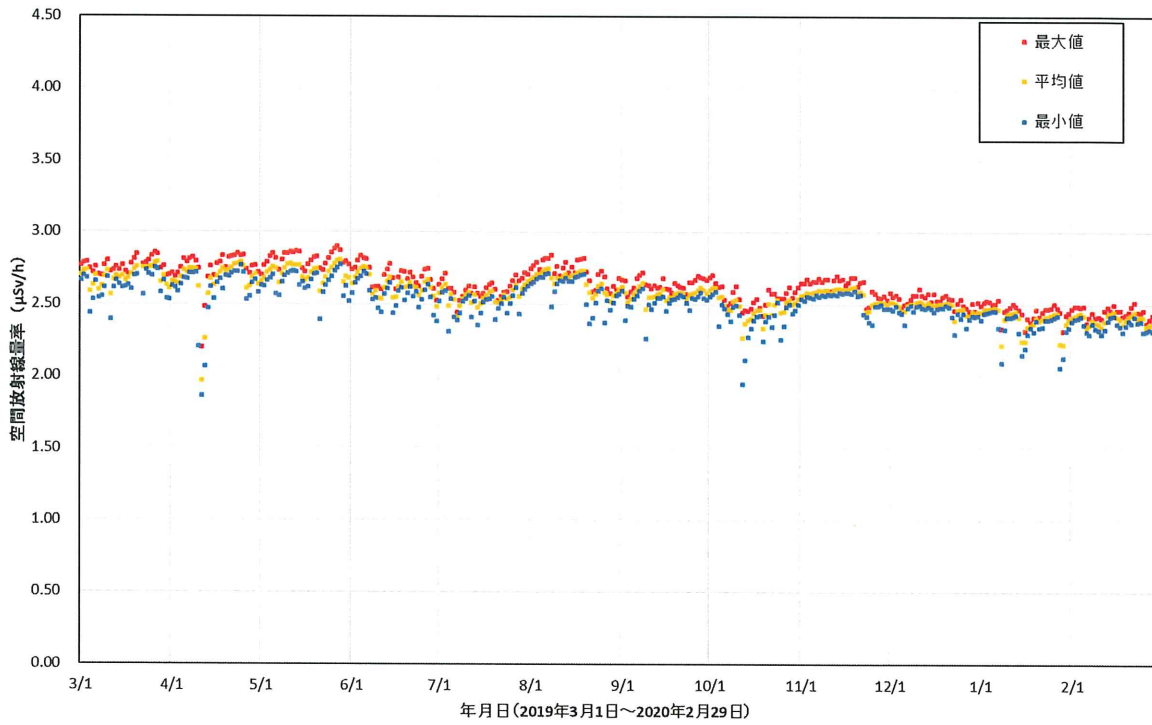


図 2-10-2(26) 各地点のトレンドグラフ

No.54 手七郎集会所



No.55 赤宇木集会所

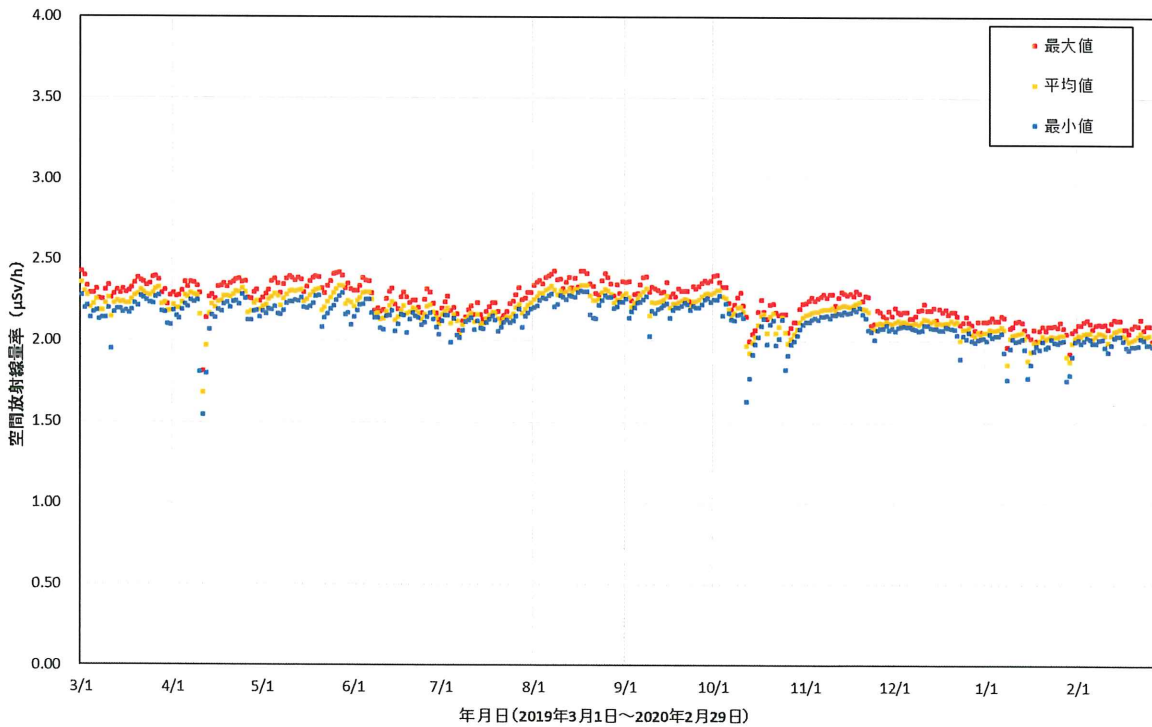
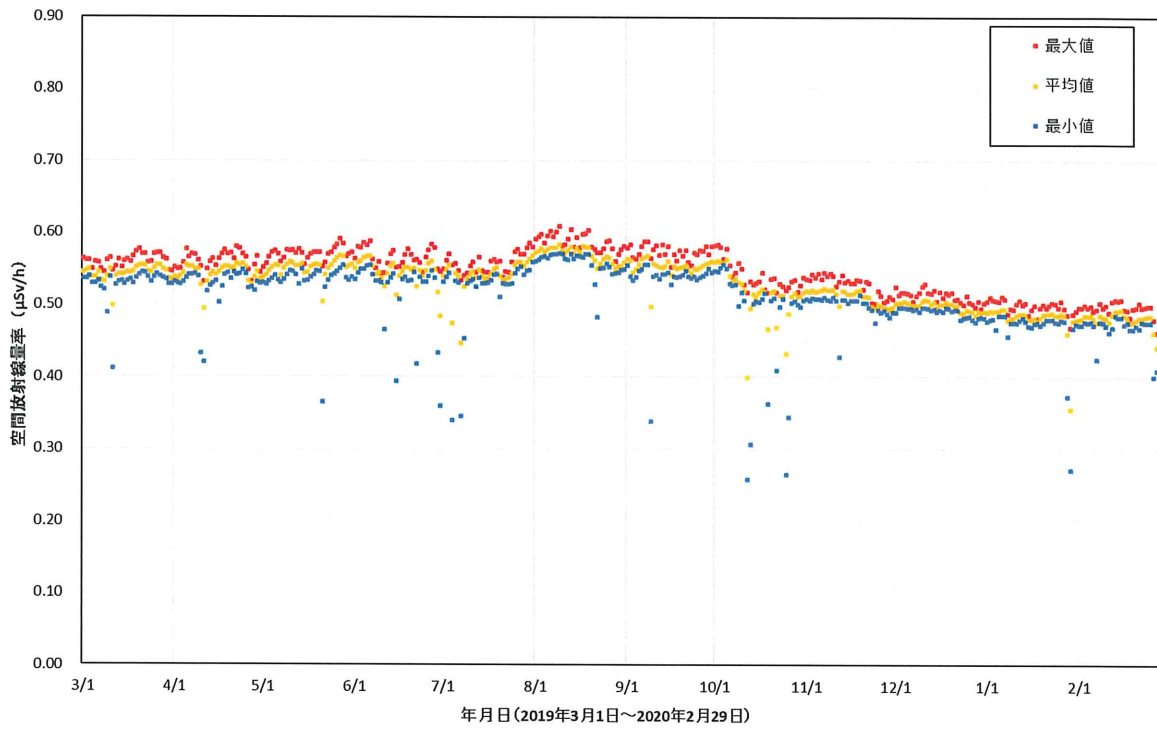


図 2-10-2(27) 各地点のトレンドグラフ

No.56 大堀小学校



No.57 荻野小学校

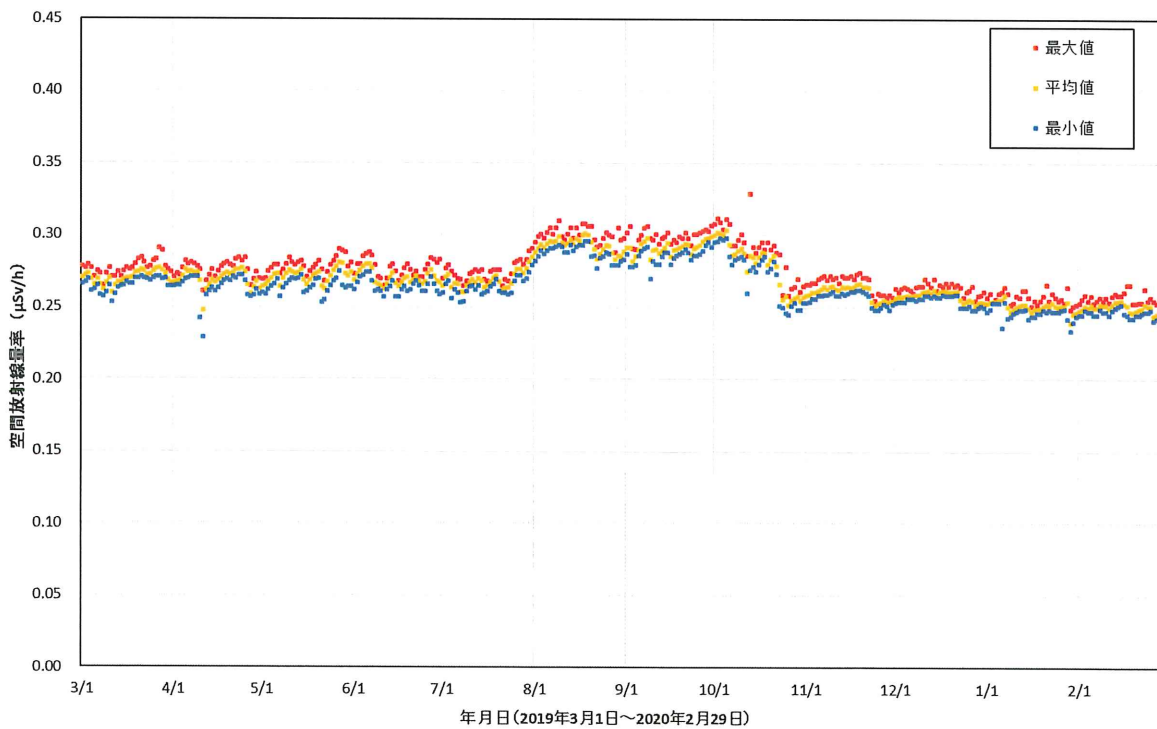
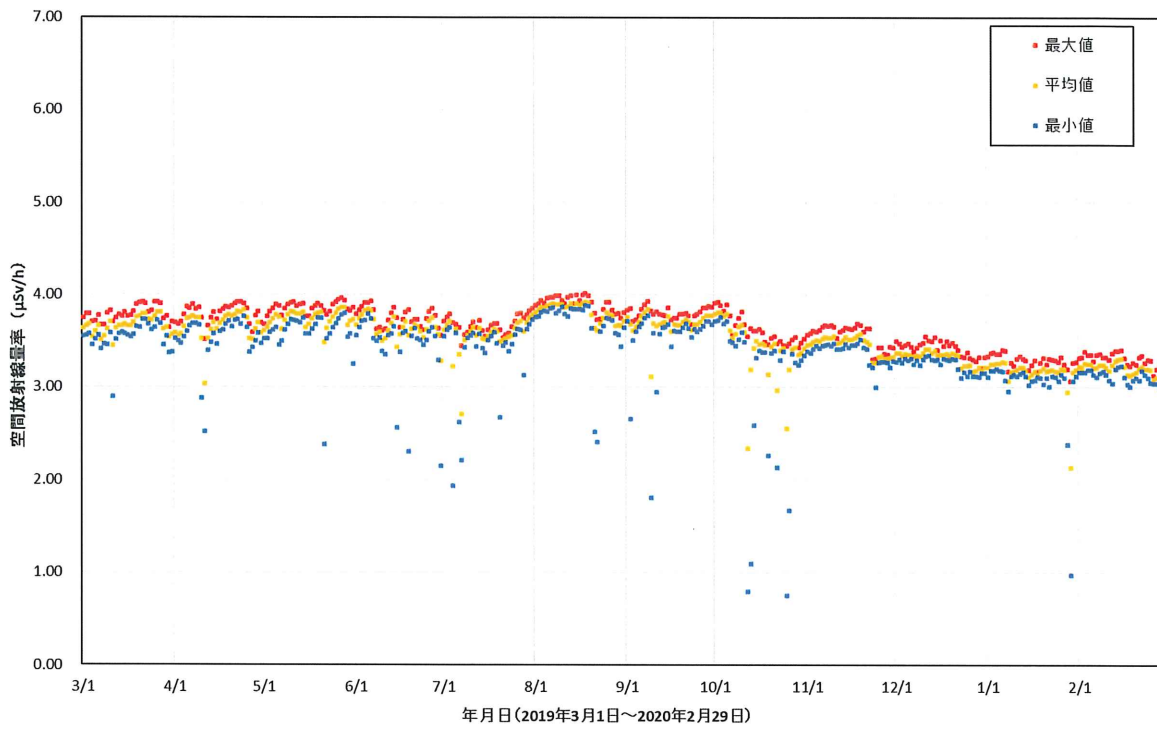


図 2-10-2(28) 各地点のトレンドグラフ

No.58 大柿簡易郵便局(葛尾村営バス停脇)



No.59 浪江町役場

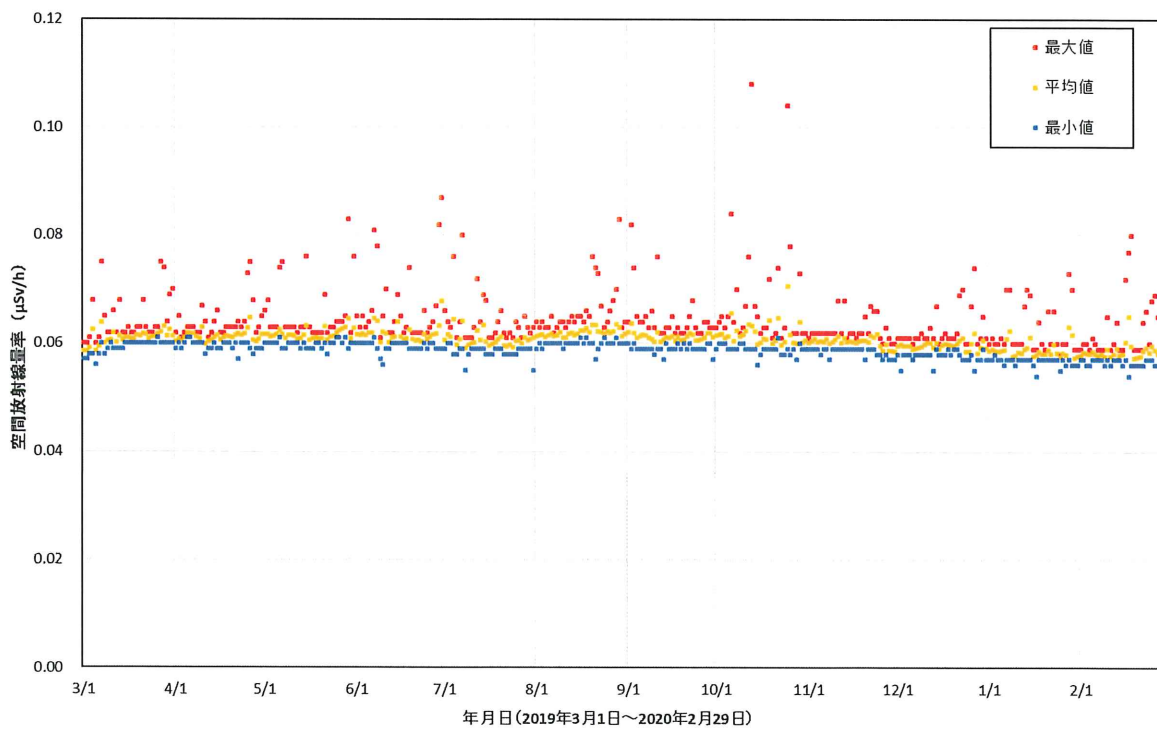


図 2-10-2(29) 各地点のトレンドグラフ