

大気汚染に係る環境保健サーベイランス調査  
局地的な大気汚染を考慮するための今後の調査方法について  
(中間報告 その4)  
—光化学オキシダントの追加に関する検討について—

平成30年5月

環境保健サーベイランス・局地的な大気汚染健康影響検討会  
ワーキンググループ



## 目次

1. はじめに .....	1
2. 検討事項 .....	2
3. 検討結果 .....	2
3. 1 曝露指標の検討 .....	2
3. 2 有効測定局の判定基準の検討 .....	6
3. 3 濃度推計方法の検討 .....	7
4. まとめ .....	9



## 1. はじめに

環境省環境保健部では、昭和62年の公害健康被害の補償等に関する法律の一部改正（昭和63年に同法の第一種地域指定を解除）の際の附帯決議の中で、「環境保健サーベイランス・システムの早期構築」が求められたことに伴い、調査手法や方法に関する検討を経て、長期的かつ予見的観点をもって、地域人口集団の健康状態と大気汚染との関係を定期的・継続的に観察し、必要に応じて所要の措置を講じることを目的として、平成8年度から「環境保健サーベイランス調査」を実施してきている。

一方、同附帯決議の中で、「主要幹線道路沿道等の局地的大気汚染による健康影響に関する調査研究」が求められたことに伴い、調査手法や方法に関する検討を経て、幹線道路沿道における自動車排出ガスへの曝露と気管支ぜん息の発症との関連性について疫学的に評価することを目的として、平成17年度から「局地的大気汚染の健康影響に関する疫学調査」（以下「そらプロジェクト」という。）を開始し、平成23年5月27日に調査結果をそらプロジェクト報告書として公表した。

そらプロジェクト報告書では、これまで実施してきた環境保健サーベイランス調査について、そらプロジェクトにより蓄積された科学的知見と結果を最大限に活用し、より効果的な調査となるよう留意することが必要であり、具体的には、

- ①局地的大気汚染の視点から新たに3大都市圏において改良された曝露評価及び健康調査の方法を導入すること
- ②個人曝露推計手法を改善すること

などの点が重要であると指摘された。この指摘を踏まえ、今後の調査方法を検討することを目的として、「環境保健サーベイランス・局地的大気汚染健康影響検討会」（以下「検討会」という。）の下にワーキンググループ（以下「WG」という。）が設置された。

WGの役割は、そらプロジェクト報告書で挙げられた課題について、技術的問題や実現可能性等の検討を行い、その検討結果を検討会に報告することである。

これまでの検討結果を受け、環境保健サーベイランス調査において局地的大気汚染を考慮するための曝露評価の考え方について、特に曝露指標、個人曝露量推計、屋外濃度推計のためのモデルについてさらに検討を進めた。また、従来の環境保健サーベイランス調査に大気汚染物質として微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）と光化学オキシダント（Ox）を追加するための曝露評価の考え方について検討を進めた。

これまでに、WGの検討結果を中間報告（平成25年5月）、中間報告その2（平成26年4月）、中間報告その3（平成27年11月）として報告した。今般、中間報告その4として、光化学オキシダント（Ox）の追加に関する検討結果をとりまとめた。

## 2. 検討事項

これまで、Oxは短期的な評価が主流であったが、2013年2月に米国EPAが発表したオゾンとOxに関する評価書（EPA評価書）<sup>1</sup>では、Oxの主成分であるオゾンの長期曝露と呼吸器系への影響との間に因果関係がある可能性が指摘されている。

そこでWGでは、Oxの長期曝露による影響を評価する指標及び有効測定局判定基準について検討し、Oxの背景濃度の推計を試みた。

## 3. 検討結果

### 3. 1 曝露指標の検討

#### (1) 中間報告その3までの検討結果について

EPA評価書では、Oxの主成分であるオゾンの長期曝露による呼吸器系への影響に関する知見がとりまとめられており、これまでの研究で報告されている曝露指標が示されていた。評価書では、研究ごとに用いられる指標が異なることから、研究間比較が困難であり、結果の解釈（評価）に不確実性が生じているため、複数の指標を用いて研究結果を報告することが望ましいと述べられていた。一方、曝露指標間の相関が高い場合には、これまでの研究結果から不確実性は生じにくいとも指摘されていた。

そこで、わが国における指標間の相関係数を、平成23年度大気汚染状況報告書の全国の一般局データを用いて求めた。その結果、相関係数が高い指標群からは代表的な指標を抽出し、下記3つの年平均値を曝露指標の候補とした。

- ①年平均値（全日の1時間値の年平均値）
- ②昼間の1時間値の年平均値
- ③昼間の日最高1時間値の年平均値

#### (2) 近年の曝露指標に関する動向

中間報告その3のとりまとめの後、近年の情報を収集した。日本では、日最高8時間値の年間99パーセンタイル値の3年平均値という指標が、光化学オキシダントの長期的な環境改善効果を示す指標として用いられることとなっている<sup>2</sup>。また、2015年10月に米国EPAが発表したオゾンの国家大気質基準に関する連邦官報<sup>3</sup>では、「8時間平均を用いる基準は、短・長期のオゾン曝露に起因する健康影響を効果的に制限しうる<sup>4</sup>」と述べている。

これらを参考に、「日最高8時間値の年平均値」をOxの曝露指標の検討に加えた。また「夜間の年平均値」を参考値として取り上げることで、昼間の平均値との対比や年平均値への影響が把握できる可能性があると考えた。以上より、下記5指標を曝露指標の候補として検討することとした。

<sup>1</sup> Integrated Science Assessment for Ozone and Related Photochemical Oxidants, February 2013, EPA/600/R-10/076F

<sup>2</sup> 光化学オキシダントの環境改善効果を適切に示すための指標について（中間とりまとめ）について（平成26年9月26日環水大大第1409262号）

<sup>3</sup> Federal Register, National Ambient Air Quality Standards for Ozone; Final Rule, 10/26/2015, Environmental Protection Agency, 80 FR 65291

<sup>4</sup> 原文「a standard with an 8-hour averaging time can effectively limit health effects attributable to both short- and long-term O<sub>3</sub> exposures.」

- ①年平均值（全日の1時間値の年平均值）
- ②昼間の1時間値の年平均值
- ③昼間の日最高1時間値の年平均值
- ④日最高8時間値の年平均值
- ⑤夜間（0時～6時）の年平均值

### （3）曝露期間

環境保健サーベイランス調査における3歳児調査では、対象者が生後生活したと考えられる前3ヵ年（例えば、平成25年度の3歳児調査では、平成22・23・24年度）の各年度の大気汚染物質濃度の年平均值を抽出し、3ヵ年の平均値を計算している。6歳児調査においても同様に、直近3ヵ年の各年度の年平均值を抽出し、3ヵ年の平均値を計算している。そこで、Oxにおいても、3ヵ年の平均値を用いることとした。

### （4）曝露指標の選定

①年平均值、②昼間の1時間値の年平均值については、Oxの濃度の全体的な傾向を把握する指標、③昼間の日最高1時間値の年平均值、④日最高8時間値の年平均值については、高濃度の状況を把握する指標、⑤夜間の年平均值については、昼間との対比のための参考値として検討を進めた。

Oxの5指標のうち、①年平均值については、環境保健サーベイランス調査においては、長期曝露の考慮が必要であり、NOx等の物質でも用いている指標であるため、長期曝露指標として適当であると考えられた。また、④日最高8時間値の年平均值については近年の国内外の動向を踏まえ<sup>2,3</sup>、高濃度の状況を把握する指標として採用することが適当と考えられた。

上記2指標と他の3指標の相関を、平成22～24年度の全国の一般局（1,181局）のデータ（年平均值の3ヵ年平均値）を用いて確認した。相関係数（表1）と散布図（図1）を示す。

表1より、①年平均值は、②昼間の1時間値の年平均值との相関が0.93、⑤夜間の年平均值との相関が0.86と高かった。また、④日最高8時間値の年平均值は、②昼間の1時間値の年平均值との相関が0.89、③昼間の日最高1時間値の年平均值との相関が0.93と高かった。これより、①年平均值と④日最高8時間値の年平均值の2指標でOxの長期曝露を評価する指標を代表できると考えられた。

以上より、①年平均值と、④日最高8時間値の年平均值の2指標を環境保健サーベイランス調査で検討するOxの長期曝露指標とすることが適当と考えられた。

表1 全国の一般局データを用いたOxの5指標の相関係数

相関係数	①年平均值	②昼間の1時間値の年平均值	③昼間の日最高1時間値の年平均值	④日最高8時間値の年平均值	⑤夜間の年平均值	
①年平均值	—					
②昼間の1時間値の年平均值	0.93	—				
③昼間の日最高1時間値の年平均值	0.51	0.73	—			
④日最高8時間値の年平均值	0.75	0.89	0.93	—		0.8以上
⑤夜間の年平均值	0.86	0.63	0.06	0.32	—	0.2以下

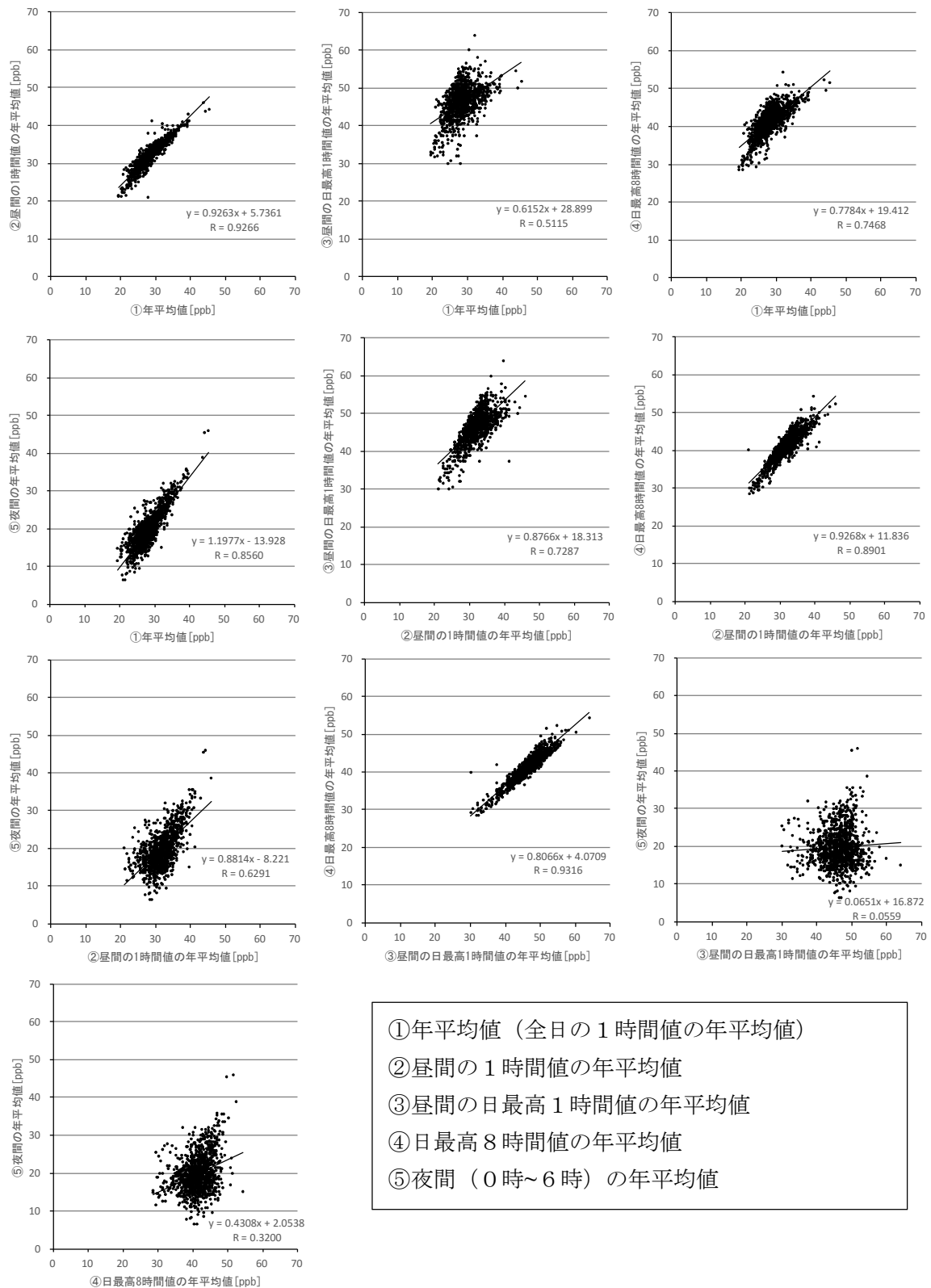


図1 全国の一般局データ(H22-24年度の年平均値の3カ年の平均値)を用いたOxの5指標の散布図 (n=1,181)



### 3. 2 有効測定局の判定基準の検討

Oxの曝露指標の3カ年の平均値を算出する際の、有効測定局を判定する基準の検討を平成22～24年度のデータを用いて行った。

地域の大気汚染状況の常時監視は、一般環境大気測定局（以下「一般局」という。）と自動車排出ガス測定局（以下「自排局」という。）により行われている。環境保健サーベイランス調査では、地域の人口集団が曝露されている大気汚染の状況を近似する指標として、一般局の大気汚染物質の測定値を採用している。

Oxは年による変動が大きいため、3年度とも年間測定時間が6000時間以上<sup>5</sup>であることを条件とすることが適当であると考えられた。その結果、平成22～24年度のOx全一般局1,181局のうち、1,057局（全一般局の89.5%）に絞られた（表2、①）。

また、測定を季節により休止する測定局があることから、季節性を考慮した有効測定局の選定基準を検討した。期間中の全時間のうちの測定時間の割合（以下、測定率という）を考慮することとし、年間全8,760時間中の6,000時間の割合に当たる68.5%を季節の測定率の基準とした。その結果、有効測定局数は987局（全一般局の83.6%）となり、季節ごとの測定率を考慮することで、休止期間による季節的な影響を抑えることができる（表2、②）。

表2 平成22～24年度におけるOxの有効測定局数に関する集計結果

絞り条件	局数	割合 (%)
全一般局	1,181	100.0
① 3年度とも年間測定時間が6000時間以上である局	1,057	89.5
② ①の条件に加え、各季節の測定率が68.5%以上の局	987	83.6

※季節は、春（4-6月）、夏（7-9月）、秋（10-12月）、冬（1-3月）とした。

以上より、有効測定局の判定基準として、「年間測定時間が6,000時間以上ある年度が3年揃い、各季節の測定率が68.5%を超える局」とすることが適当と考えられた。

<sup>5</sup> 環境基準の長期的評価のためには、SO<sub>2</sub>、CO、SPM、NO<sub>2</sub>については、年間測定時間が6,000時間以上の測定が行われた有効測定局であることが必要であるとされている。（環境大気常時監視マニュアル第6版、平成22年3月）

### 3. 3 濃度推計方法の検討

#### (1) 濃度推計方法

EPA 評価書では、Ox の長期曝露評価に関して、以下の事項が記述されている。

- ・ 長期影響の疫学研究において、個人曝露量や研究専用観測データがない場合には、定点観測データに頼らざるを得ない。長期間の平均値が通常使用される。
- ・ 調査地域の観測データのオゾン濃度を使用することが最も一般的な方法である。
- ・ IDW<sup>6</sup>法や Kriging 法（推定したい地点の周囲にある観測データを用いて未知データを推計する方法）などの空間補間法などによるモデル推計濃度は、都市部の局所濃度について、より精度の高い推計値を得ることができる。

空間補間法を、Ox の背景濃度推計に適用することは、EPA 評価書（2013 年 2 月）を見ても、適当な方法であると考えられる。

また、環境保健サーベイランス調査では、3 次メッシュ<sup>7</sup> ごとの背景濃度を、IDW 法により、当該メッシュ中央を評価点として半径 20km 以内の一般局（有効測定局）を計算対象に、両者の緯度経度から距離を計算し次式により算出している。

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{C_i}{L_i^\alpha} \right)}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{L_i^\alpha} \right)}$$

$C_i$  : 測定局  $i$  の濃度  
 $L_i$  : 測定局  $i$  と評価点の距離  
 $\alpha$  : 距離による影響を調整する係数 (2.5)

図 2 IDW 法の式

以上より、Ox の 3 次メッシュごとの背景濃度を、IDW 法によって補間計算した。測定局の少ない山間部等での Ox の濃度の推定が困難なため仮想局は設置しないこととし、また、Ox の大気寿命が長いことから半径 100km 以内の一般局（有効測定局）を計算対象とした。Ox の測定結果は、平成 22～24 年度のデータを用いた。

#### (2) 結果

全国の Ox の背景濃度推計結果を図 3～4 に示した。

環境保健サーベイランス調査対象地域では、推計が概ね可能であった。ただし、釧路市では、市内および近隣に測定局が存在せず、空間補間が困難であった。道内の有効測定局条件を満たさない局（無効局）も釧路市周辺には存在しない。このため、環境保健サーベイランス調査への Ox の導入にあたり、背景濃度の推計を見送ることが適当と考えられた。

<sup>6</sup> Inverse Distance Weighting、逆距離加重

<sup>7</sup> 昭 48.7.12 行政管理庁告示第 143 号「統計に用いる標準地域メッシュ及び標準地域メッシュコード」に基づくもので、経度差 45 秒、緯度差 30 秒の区画。概ね 1km 四方であることから、1km メッシュとも呼ばれる。

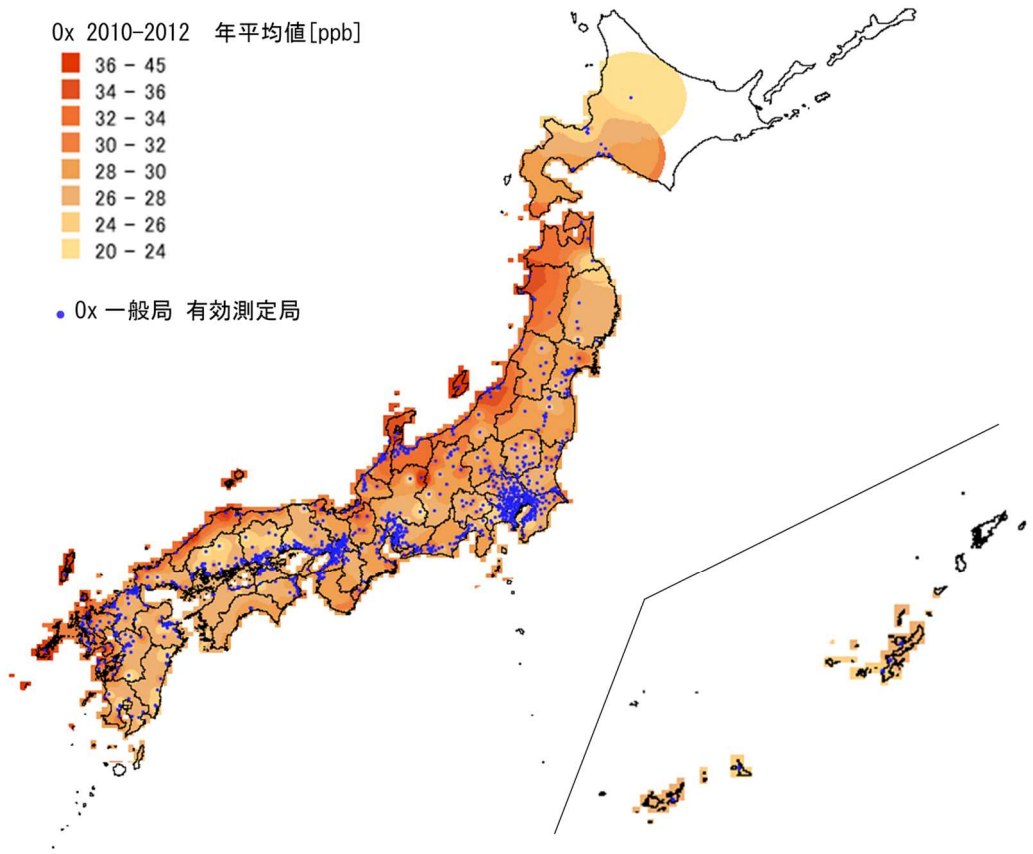


図3 Ox 年平均値の背景濃度推計 試行結果

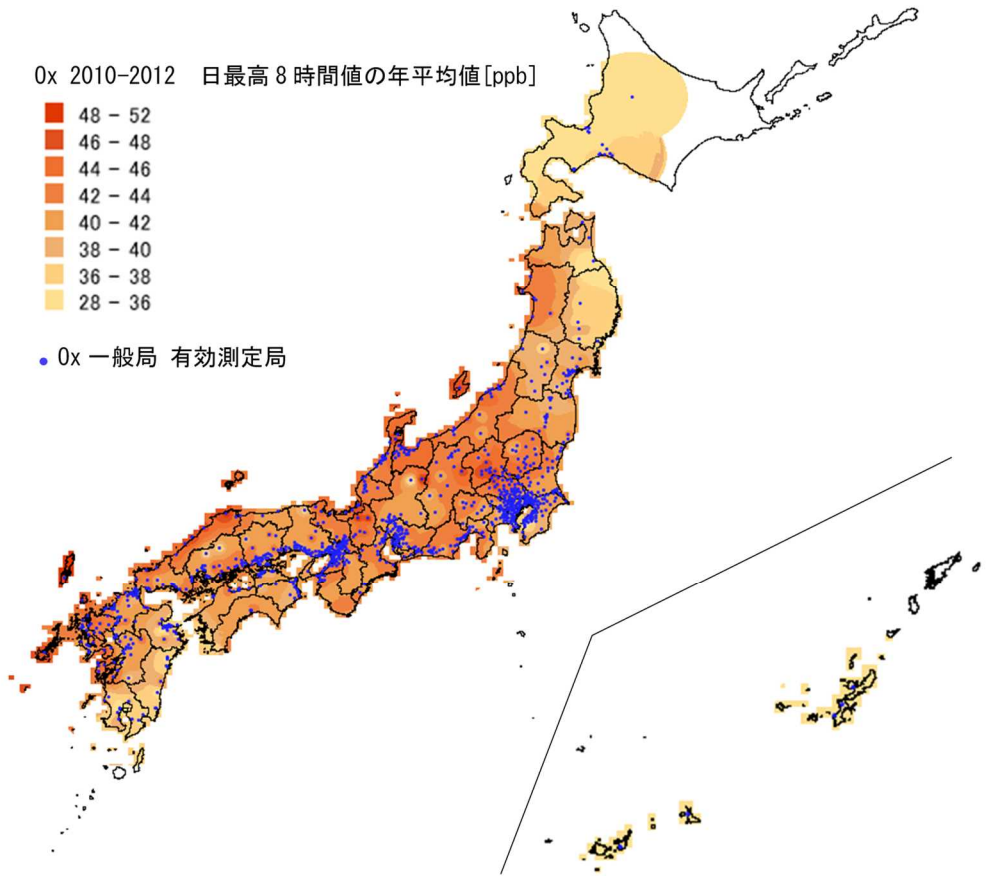


図4 Ox 日最高8時間値の年平均値の背景濃度推計 試行結果

#### 4. まとめ

環境保健サーベイランス調査に  $Ox$  を追加することがこれまで課題とされてきたため、近年の国内外の動向を踏まえ、曝露指標を検討した。曝露指標間の相関係数を確認した結果、「年平均値」、「日最高 8 時間値の年平均値」の 2 つの指標を用いることが適当と考えられた。

また、 $Ox$  は年による変動が大きいこと、測定を季節により休止する測定局があることから、3 年度平均値を算出する際の有効測定局の基準として、「年間測定時間が 6,000 時間以上ある年度が 3 年揃い、各季節の測定率が 68.5% を超える局」とすることが適当と考えられた。

上記の 2 つの曝露指標の背景濃度推計を試みた結果、多くの調査対象地域で、おおむね可能であったが、調査対象地域の近隣に測定局が存在しない釧路市においては推計困難であり、背景濃度の推計を見送ることが適当とした。

<WG委員及びWG開催状況>

WG委員（五十音順、敬称略）

氏名	所属
大原 利真	国立研究開発法人国立環境研究所 フェロー
小野 雅司	一般社団法人国際環境研究協会 プログラムオフィサー
島 正之	兵庫医科大学公衆衛生学教授
◎新田 裕史	国立研究開発法人国立環境研究所 環境健康研究センター フェロー

◎：座長

【平成28年度】

- 第1回 課題の検討
- 第2回 課題の検討
- 第3回 課題の検討

【平成29年度】

- 第1回 課題の検討
- 第2回 中間報告のとりまとめ
- 第3回 中間報告のとりまとめ
- 第4回 中間報告のとりまとめ、手順の検討