

シミュレーション解析調査経過報告

2018 年 2 月 6 日

日本エヌ・ユー・エス株式会社

1.本資料の概要

本調査では、2008 年度及び 2015 年度の PM2.5 及び光化学オキシダントに対する発生源寄与割合を算出することを目的としている。

発生源寄与割合を算出するために、各発生源セクターをゼロにした計算を都度実施していくゼロ・アウト法を利用するが、算出した発生源寄与割合の妥当性を検証するためには、発生源セクターをゼロにする前の基準計算の精度や不定性などを議論しておく必要がある。2 章では大気汚染物質の濃度計算のインプット条件となるインベントリのデータ間の確認や気象場の再現性の確認をするとともに、大気汚染物質の濃度計算の再現性の確認を行った。

3 章では発生源寄与割合を算出する際に、どのような発生源セクターで感度解析を実施するかをインベントリの整理結果より議論する。また、2 章で示す通り、モデルやインベントリなどの不確かさによる基準計算の精度における課題に可能な限り対応するため、基準計算結果と観測値から算出された補正係数を用いてシミュレーション値を補正して発生源寄与を推計した。それらの補正係数の算出手法を議論すると共に、発生源寄与割合推計結果を記載する。

4 章では、シミュレーションとは独立した作業とはなるが、PM2.5 及び光化学オキシダントの観測値を用いて、大気汚染物質が高濃度となる日について、濃度の変動や気象条件を整理して高濃度日の類型化を実施する。高濃度日イベントの事例解析の整理方法を例示(なお、整理結果については、今後本検討会において参考資料等で報告予定)するとともに、高濃度日イベントについて、測定値の主成分分析によって類型化した結果を記載する。

5 章では、今年度の解析調査を通じて抽出された課題や今後の展望などについて議論する。

2. シミュレーション設定及び再現性の確認

本章では、シミュレーションモデルの入力条件の整理及びシミュレーションの設定条件について整理し、シミュレーションモデルの再現性の確認を行い、そこから抽出されるシミュレーションモデルの課題や展望について考察する。

2.1 シミュレーションの入力条件及び設定について

本調査では、気象シミュレーションモデルの WRF (Weather Research and Forecasting Model) で再現された気象場を CMAQ (Community Multi-scale Air Quality Model) の入力データとして利用し、大気汚染物質の化学輸送シミュレーションを実行した。

本節では、入力データとなる排出インベントリやシミュレーション実施領域、各モデルの設定について記載する。

2.1.1 使用したインベントリと年次補正手法について

化学輸送シミュレーションでは、表 1 の排出インベントリを使用した。人為起源陸上として用いた「平成 28 年度環境省 PM2.5 排出インベントリデータベース」(JATOP2012)は 2012 年度を対象として集計されているために、各排出量について、各排出セクターの活動量を基に年次補正を実施した。その際の年次補正係数及びその出典については第 2 回平成 29 年度大気中微小粒子状物質検討会(以下、「第 2 回検討会」という。)巻末資料 4-1A に掲載する。また、人為起源海上として用いた「排出規制海域(ECA)設定による大気環境改善効果の算定事業において作成した船舶からの排出データベース」¹(OPRF 船舶排出量データベース)は 2010 年度を対象として集計されているが、明確な補正係数の算出手法などがないことから、排出量について年次補正を行わずに使用した。

その他の排出量データについては、対象年度が 2008 年度であることから年次補正を行わずに使用した。

また、今後の発展性も勘案して日本国内の人為起源(東京都以外)は JATOP データベースを使用して大気汚染シミュレーションを実施している。一方、東京都内は東京都によって作成された排出量データ(東京都インベントリ)を使用している。両者の排出量推計手法は一部異なっていることから、両者のデータ間に大きな矛盾がないことを確認しておくため、それらの比較を実施した。比較結果については第 2 回検討会資料 4-1 を参照されたいが、検証の結果、多少の違いはあるものの、排出強度は概ね同程度であることを確認したため、以降の検討では、このインベントリ構成で進めることとした。

¹ ボートレースの交付金による日本財団の平成 24 年度助成事業「排出規制海域(ECA)設定による大気環境改善効果の算定事業」において笹川平和財団が作成した。

表 1 使用した排出インベントリと排出補正係数の有無

対象地域	排出インベントリ		排出量年次補正
アジア域境界	・ CHASER ²		・ 年次補正なし
国外人為起源	・ HTAP V2 (2008)		・ 年次補正なし
関東一都六県 以外	人為起源陸上	・ JATOP2012	・ 第 2 回検討会巻末資料 4-1A を参照
	人為起源海上	・ OPRF 船舶排出量データベース (2010)	・ 年次補正なし
関東一都六県 (東京都以外)	人為起源陸上	・ JATOP2012	・ 第 2 回検討会巻末資料 4-1A を参照
	人為起源海上	・ OPRF 船舶排出量データベース (2010)	・ 年次補正なし
東京都内	・ 東京都インベントリ ³		・ 年次補正なし
自然起源	森林火災起源	・ GFED ver. 4	・ 年次補正なし
	火山起源	・ 気象庁ホームページ	・ 年次補正なし
	植物起源	・ MEGANv2. 0. 4	・ 年次補正なし

² 名古屋大学・JAMSTEC の全球化学気候モデル CHASER の計算結果を名古屋大学須藤准教授よりご提供いただき使用した。

³ 東京都微小粒子状物質検討会報告 資料集 (東京都 平成 23 年 7 月)

2.1.2 シミュレーション領域及び計算期間

シミュレーションモデルの再現性を確認するための計算期間は、2008年4月から2009年3月までの1年間とした。寄与割合推計の計算期間については、3章を参照されたい。

また、シミュレーションを実施した領域を図1に示す。計算領域は3段階でネスティングを実施し、東日本領域、中日本領域、関東領域の3区分を設けた。

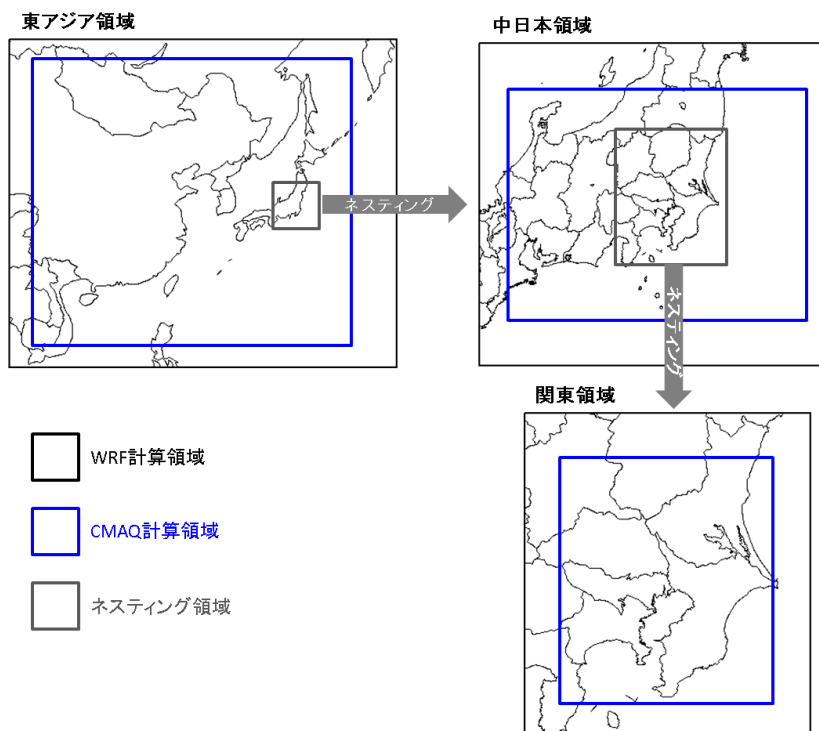


図 1 シミュレーション対象領域

2.1.3 気象モデル(WRF) によるシミュレーションの設定方法

本調査で用いた WRF の設定を表 2 に示す。

2.1.4 化学輸送モデル(CMAQ) シミュレーションの設定方法

本調査で用いた CMAQ の設定を表 3 に示す。

表 2 気象モデル WRF のパラメータ設定

モデル	WRF Ver. 3.8.1	
投影法	ランベルト正角円錐図法	
計算領域	図 1 のシミュレーション設定に従う。	
格子設定 (解像度)	東アジア域	格子解像度 45 km
	日本域	格子解像度 15 km
	関東域	格子解像度 5 km
鉛直層	20~30 層程度 最下層の層厚:約 25 m	
気象の境界条件	NCEP-FNL JWA-GSM+SST	
積雲対流モデル (積雲の発達・減衰、それに伴う対流による上昇・ 下降気流などを計算)	Kain-Fritsch モデル	
雲微物理モデル (雲粒・雨粒、雪などの成長を計算)	WSM 5	
短波・長波放射モデル (太陽・地球放射による熱の変動を計算)	Dubhia/RRTM モデル	
大気境界層モデル (境界層内の乱流の生成・衰退などを計算)	MYJ TKE モデル	
陸面モデル (陸面の状態、陸面の大気への影響を計算)	Noah LSM モデル	
解析値ナッジング	一部あり	
海面温度更新	あり	
ネスティング	1 way	

表 3 化学輸送モデル CMAQ の計算設定

モデル	CMAQ Ver.5.1		
気象データ	気象モデル WRF の計算結果		
計算領域	図 1 のシミュレーション設定に従う。		
格子設定 (解像度)	東アジア域	格子解像度 45 km	
	日本域	格子解像度 15 km	
	関東域	格子解像度 5 km	
発生源データ	東アジア域	人為起源	HTAP V2 (2008)
		森林火災起源	GFED ver.4 (2008)
		火山起源	気象庁ホームページより (2008)
		植物起源	MEGANv2.0.4 (2008) ただし、気相モジュールで扱 えるように変換
	日本域・関東域	人為起源陸上	JATOP (2012)
		人為起源海上	OPRF 船舶排出量データベ ース (2010)
国外の排出、森林火災起源、火山起源、植物 起源は東アジア域と同様			
濃度の境界条件	東アジア域: 全球モデル CHASER の計算結果 日本域・関東域: 親領域の計算結果を適用		
移流モデル	Yamartino		
水平拡散モデル	Multiscale		
鉛直拡散モデル	acm2		
光解離定数	Photo		
反応ソルバー	Ebi		
エアロゾル化学モデル	AERO6		
気相モデル	SAPRC07		
液相モデル	cloud_acm_ae6		
沈着モデル	M3dry		

2.2 シミュレーションの再現性について

2.2.1 気象モデルによる気象場の再現性について

関東に設置されている管区气象台(図 2)のデータとWRF の出力を比較した。比較項目は風向、風速、気温、湿度、日射量、雨量の6項目としており、比較時期は1か月ごとに比較を実施した。本文ではPM2.5の成分測定が実施されている5月、8月、11月、2月の4か月間の風向、風速、気温の気象モデルによる出力と観測値との比較結果を表4及び図5に示す。統計値、その他の地域や別の期間の比較については第2回検討会巻末資料4-1Cを参照されたい。

比較の結果、計算領域に含まれる関東全域に置いて、局所的な降雨イベントなどは捉えられていないことがあるもの、風向や気温等の気象条件の平均値は数%以内で観測値と一致しているなど、WRFによる気象計算結果は気象観測データと矛盾のないものであることを確認し、そのWRFの出力を大気質シミュレーションモデルの入力データとして使用することは可能と判断した。

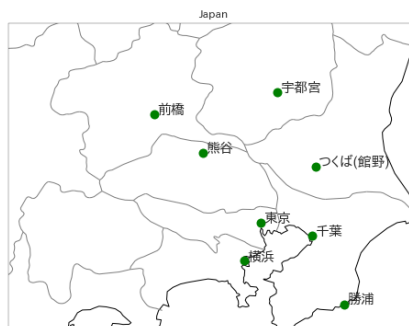


図 2 WRF の検証を実施した管区气象台の位置

表 4 気象シミュレーションの観測値との比較(年間統計値)⁴

項目	Ave(Obs)	Ave(Model)	NMB	NME	NRMSE
風速	2.84	3.09	0.09	0.53	0.37
気温	16.67	16.76	0.01	0.19	0.05
湿度	60.96	58.36	-0.04	0.26	0.09
日射量	0.87	0.63	-0.58	1.26	1.36
降雨量	1.06	0.07	-0.55	1.20	1.22

⁴ 統計値の説明

Ave(Obs) : 観測値の平均値

Ave(Model) : シミュレーション値の平均値

NMB : Normalized Mean Bias

$$\frac{\sum_{i=1}^N (\text{Model}_i - \text{Obs}_i)}{\sum_{i=1}^N \text{Obs}_i}$$

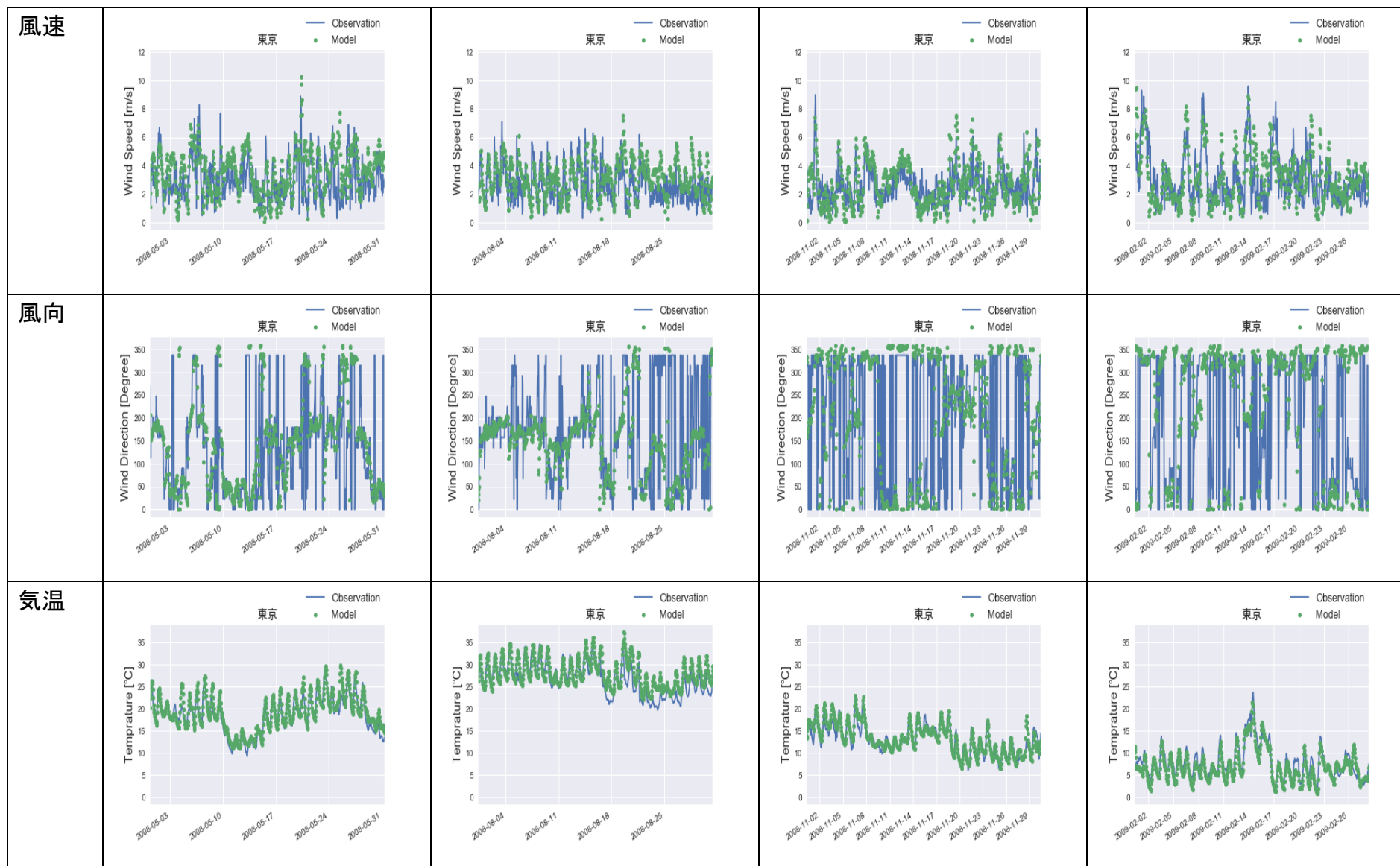
NME : Normalized Mean Error

$$\frac{\sum_{i=1}^N |\text{Model}_i - \text{Obs}_i|}{\sum_{i=1}^N \text{Obs}_i}$$

NRMSE : Normalized Root Mean Square Error

$$\sqrt{\frac{1}{N} \frac{\sum_{i=1}^N (\text{Model}_i - \text{Obs}_i)^2}{\sum_{i=1}^N (\text{Obs}_i^2)}}$$

表 5 気象モデル WRF の計算値と観測データの比較



2.2.2 化学輸送モデルによる化学汚染物質濃度シミュレーションの再現性について

本節では前節までで設定したシミュレーション条件によって得られた、大気汚染物質濃度のシミュレーション結果の再現性を確認した。再現性を確認する地域は図 3 の地点とした。PM2.5 または光化学オキシダントを測定している一般環境大気測定局として図内の地点を選定した。また、PM2.5 成分濃度のシミュレーション結果の再現性の確認する地点は、PM2.5 成分濃度測定を実施した地点(図 4)とした。ここでは、これらの地点での比較結果の一部を示す。

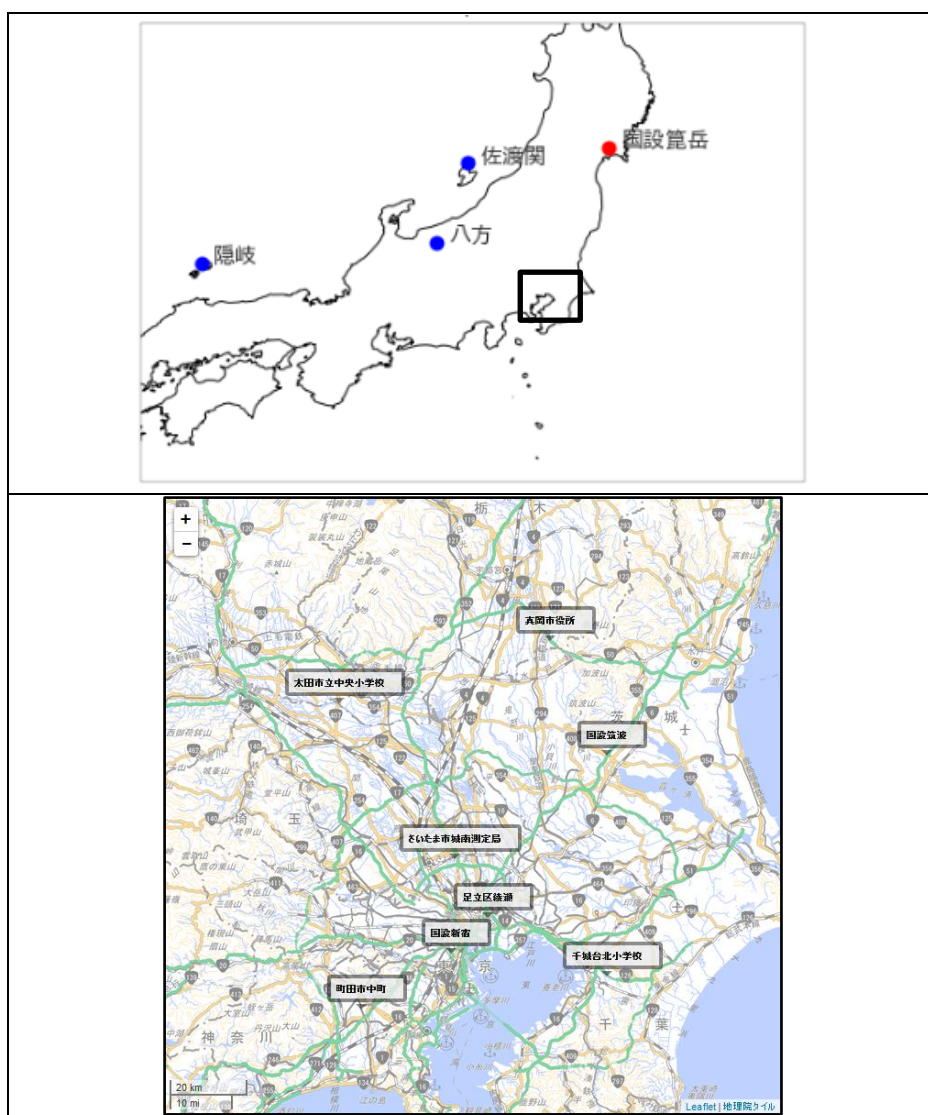


図 3 シミュレーションモデルと観測値の濃度を比較する地点。上図:バックグラウンド濃度測定地点⁵。下図:関東地域の比較を実施した地点。⁶

⁵ PM2.5 濃度が観測されている一般環境大気測定局及びバックグラウンド局は、足立区綾瀬、町田市中町、国設川崎局、隠岐(EANET)の 4 点である。またこれらの観測は TEOM 法によって実測されている。

⁶国土地理院の電子地形図(タイル) <https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html> の淡色地図上に、比較を実施した常時監視側手局の位置を表示し、作成した。



図 4 シミュレーションモデルと観測値の成分濃度を比較する地点(2008 年度に PM2.5 成分測定が実施された地点)。

2.2.2.1 バックグラウンド地点における比較

バックグラウンド地点におけるシミュレーション濃度と観測値濃度の比較は、関東域に関東外から流れ込む大気汚染物質と深い関係があるため、シミュレーションの再現性を確認しておくことは重要である。ただし、中日本領域の外側(図 1)のシミュレーションの格子解像度は 45 km と粗いため、高精度な再現性を実現することは難しい。そのため、大気汚染物質の濃度の比較も重要であるが、高濃度のイベントが観測される時刻や越境輸送の影響が継続する時間などを適切に捉えていることが重要である。

本資料ではバックグラウンドの濃度の再現性の例として、隠岐におけるシミュレーション値と観測値の比較を図 5 に示す。その他の季節及び地域については第 2 回検討会巻末資料 4-1D を参照されたい。

2.2.2.2 関東域における常時監視局データとの比較

本節では、ガス状の汚染物質である光化学オキシダント、SO₂、NO_x 及び粒子状物質の PM2.5 総質量の時系列変化を観測値とシミュレーションの結果を用いて比較した。本資料では、全ガス状物質と PM2.5 の両方を測定している国設川崎局と町田市中町の比較を図 6、図 7 に示す。他の測定地点及び本資料で示されていない他の期間については第 2 回検討会巻末資料 4-1D を参照されたい。これらの比較は図 1 の関東領域(5 km メッシュでの計算)の結果を使用して比較を実施しているため、本検討で用いたモデル内では最も精度が高いとされる計算結果である。

光化学オキシダント、SO₂、NO_x のようなガス状の物質では濃度の増減するタイミングや日毎のピーク値を的確に捉えられているため、十分な再現性をモデルは与えていると考えられる。一部極端に高い観測値が得られている日にはモデルがその濃度まで追従できていないが、化学反応や気象場モデルやインベントリの不確実さ、観測精度の問題を考えると現段階でこのような特異的な現象まで再現することは難しい。

一方、PM2.5 に関してはモデルの再現性が十分であるとは言い難く課題を残す結果となっている。詳しくは次節の成分濃度の再現性と合わせて議論するが、PM2.5 の総質量だけを見ても、バックグラウンド濃度は概ね捉えているように見えるが、濃度が上昇していくタイミングやピーク値も観測値との間にずれがあるため、局所的な排出などの影響がモデルで適切に捉えられていない可能性がある。

	光化学オキシダント	NOx	SO2	PM2.5
2008/5/19-6/1				
2008/7/28-8/10				
2008/11/4-11/7				
2008/2/1-2/15				

図 5 隠岐における大気汚染物質の観測値と計算値の時系列図(緑点が計算値、青線が観測値)

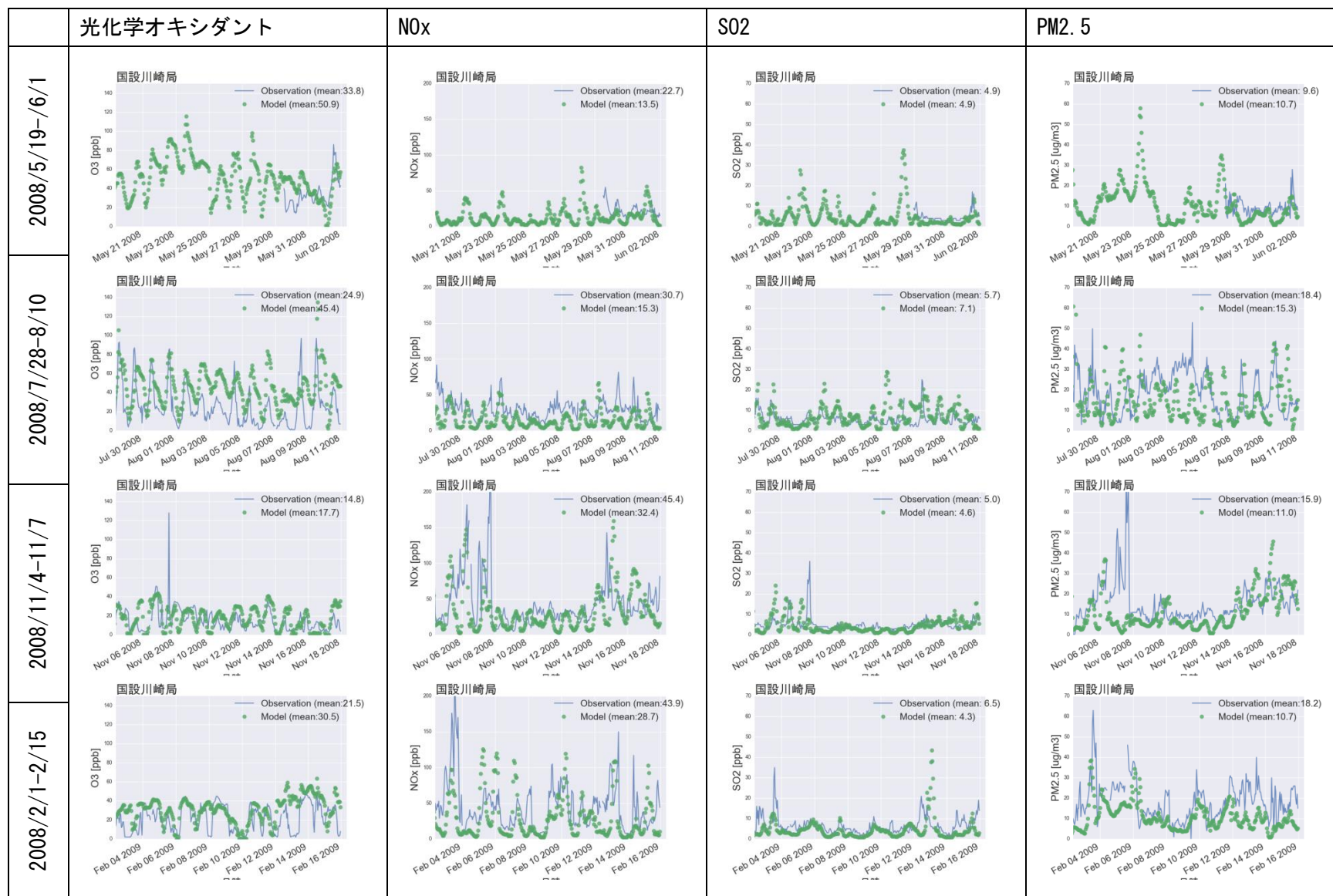


図 6 国設川崎局における大気汚染物質の観測値と計算値の時系列図(緑点が計算値、青線が観測値)

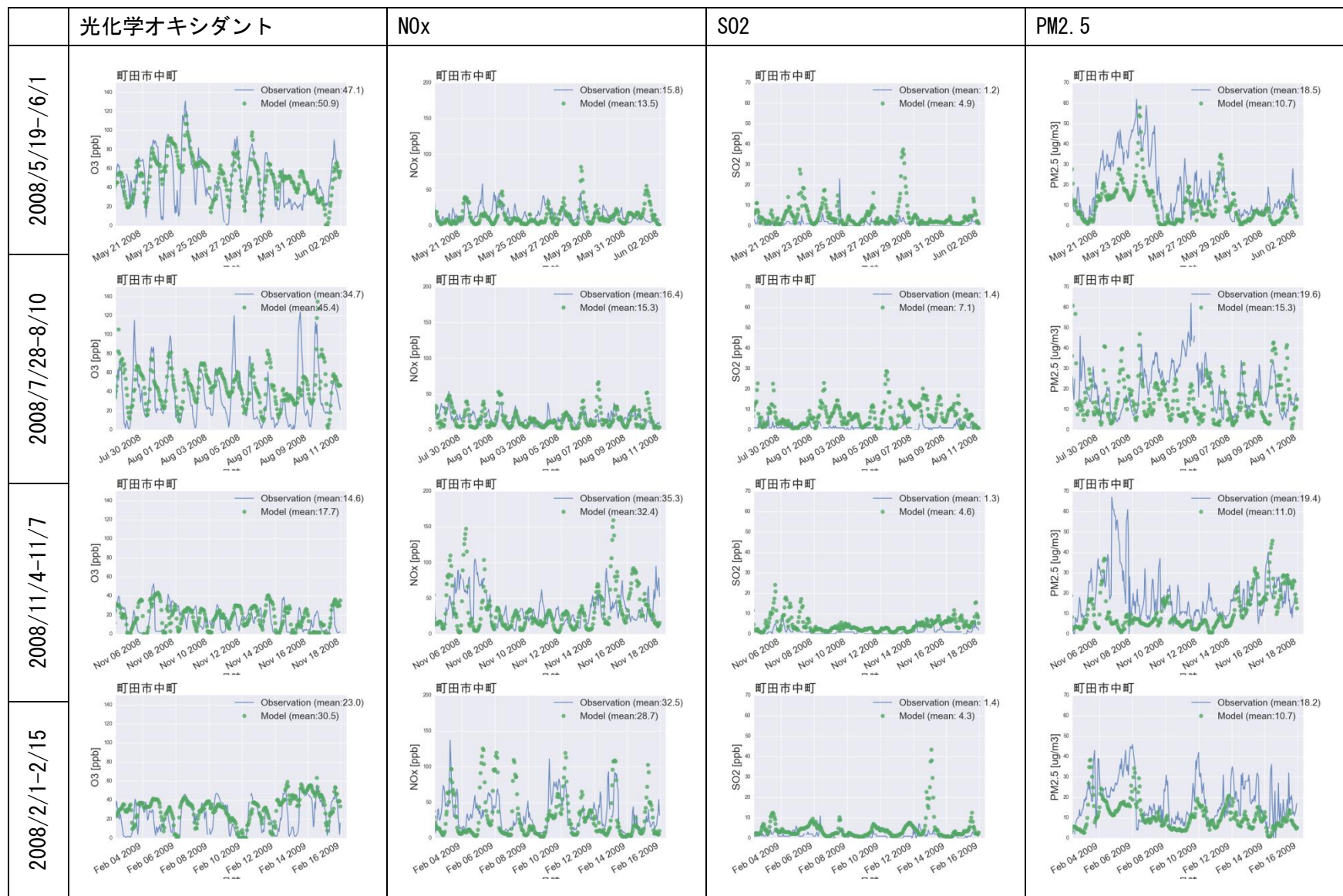


図 7 町田市中町における大気汚染物質の観測値と計算値の時系列図（緑点が計算値、青線が観測値）

2.2.2.2 関東域における成分測定データとの比較

本節では、PM2.5 総質量の時系列変化と成分構成の平均値を観測値とシミュレーション計算値で比較した。ここでは成分分析データが測定されている期間に合わせてシミュレーションを実施し、結果を比較した。

本資料では、各季節に対して全測定地点で濃度を平均した結果を比較するが、各測定地点及び本資料で示されていない他の期間については、今後本検討会にて参考資料等として報告予定である。

全測定地点の PM2.5 の成分濃度の比較を表 6 と図 8 に示す。ここで計算値では二次有機粒子(SOA)と有機炭素(OC)を分離しているのに対して、観測値では二次有機粒子の観測結果がないため有機炭素のみを記載している。また、“その他”計算値では計算出力で“その他”と出力されている項で、観測値では総質量と成分濃度の差を“その他”と定義した。

前項の結果とこれらの結果を合わせると、PM2.5 の濃度シミュレーションに対しては以下の様な課題が抽出される。

- 質量濃度に関しては、計算値が過小評価する傾向にあり、濃度増減のタイミングやピーク値などを捉えられていないことがある
- 有機粒子に関しては、計算値の濃度が過小評価となっている。二次有機粒子の再現性については観測値がないため議論できないが、夏季などは OM/OC 比は 1.6 程度であるのに対し、冬季では 1.2 程度とかなり小さい値になっている。ただし、これらに関しても OC の再現性そのものに課題が残るため現時点での議論は難しい
- 夏に硝酸塩の計算値が過大評価となることが多いが、この課題は観測側の硝酸塩が観測時に揮発している可能性もあるため判断が難しい

以上のような課題が残るため、次章で実施する寄与割合推計の際に PM2.5 のシミュレーション結果をそのままに使用すると成分構成比が現実と異なり、解釈の難しい計算結果が得られる可能性がある。今回は計算値を観測結果で補正した上で寄与割合推計を実施する方針とした。

表 6 PM2.5 成分濃度の計算値と観測データの比較(全一般環境局の平均)

	春		夏		秋		冬	
	観測値	計算値	観測値	計算値	観測値	計算値	観測値	計算値
EC	1.5	0.6	1.9	0.8	2.2	1.1	1.9	1.4
OC	3.6	0.9	3.2	0.8	4.6	1.3	3.8	2.1
SOA	-	0.5	-	0.5	-	0.3	-	0.3
NH4+	2.0	1.9	2.3	3.1	2.0	1.8	2.4	1.8
Na+	0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1
K+	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1
Mg2+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ca2+	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Cl-	1.5	2.1	0.4	2.6	3.7	3.8	3.5	3.8
NO3-	0.1	0.0	0.0	0.1	0.6	0.1	0.4	0.1
SO42-	4.6	4.1	6.7	7.5	2.6	2.2	4.1	2.2
金属	0.4	0.1	0.4	0.1	1.0	0.2	1.0	0.2
その他	4.8	1.2	4.7	0.8	6.4	1.2	4.3	2.3
総質量	18.8	11.6	20.0	16.6	23.3	12.1	21.7	14.5

単位 [μ g/m³]

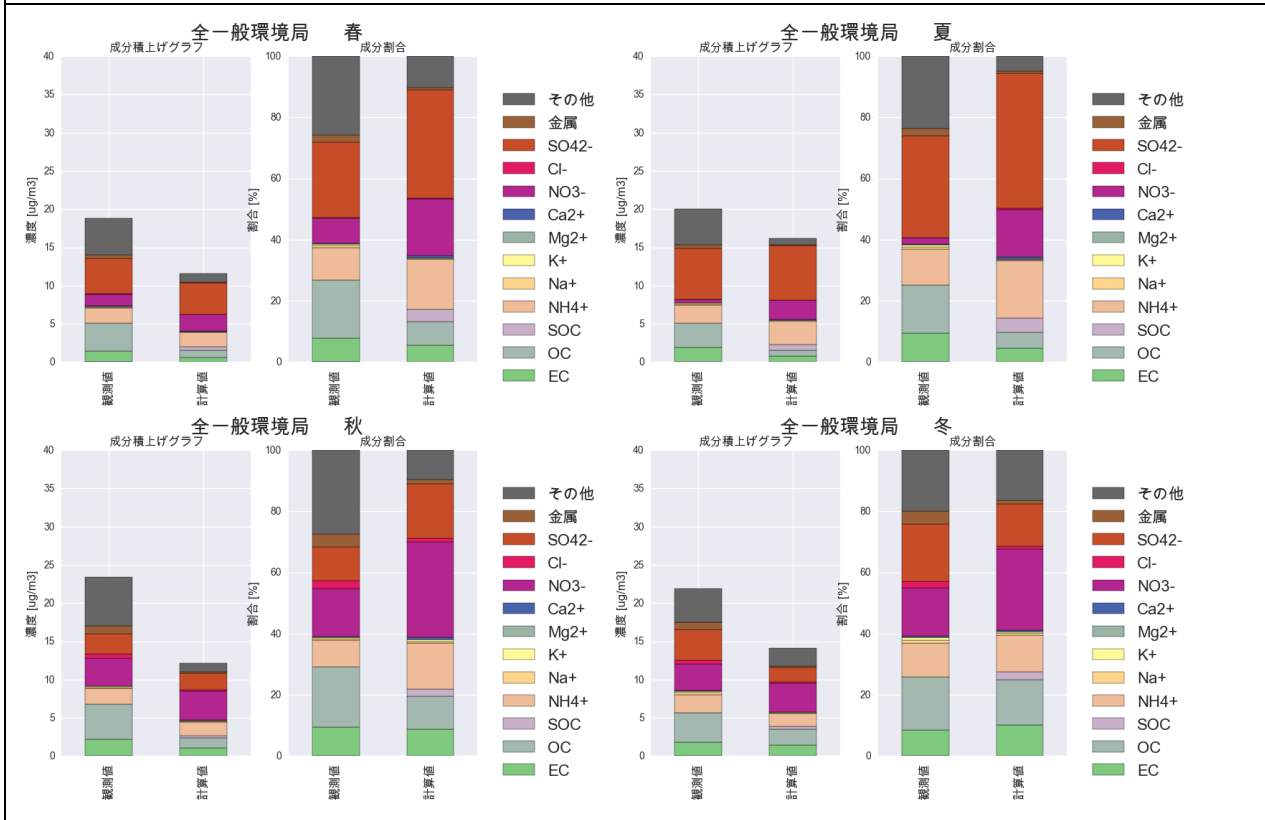
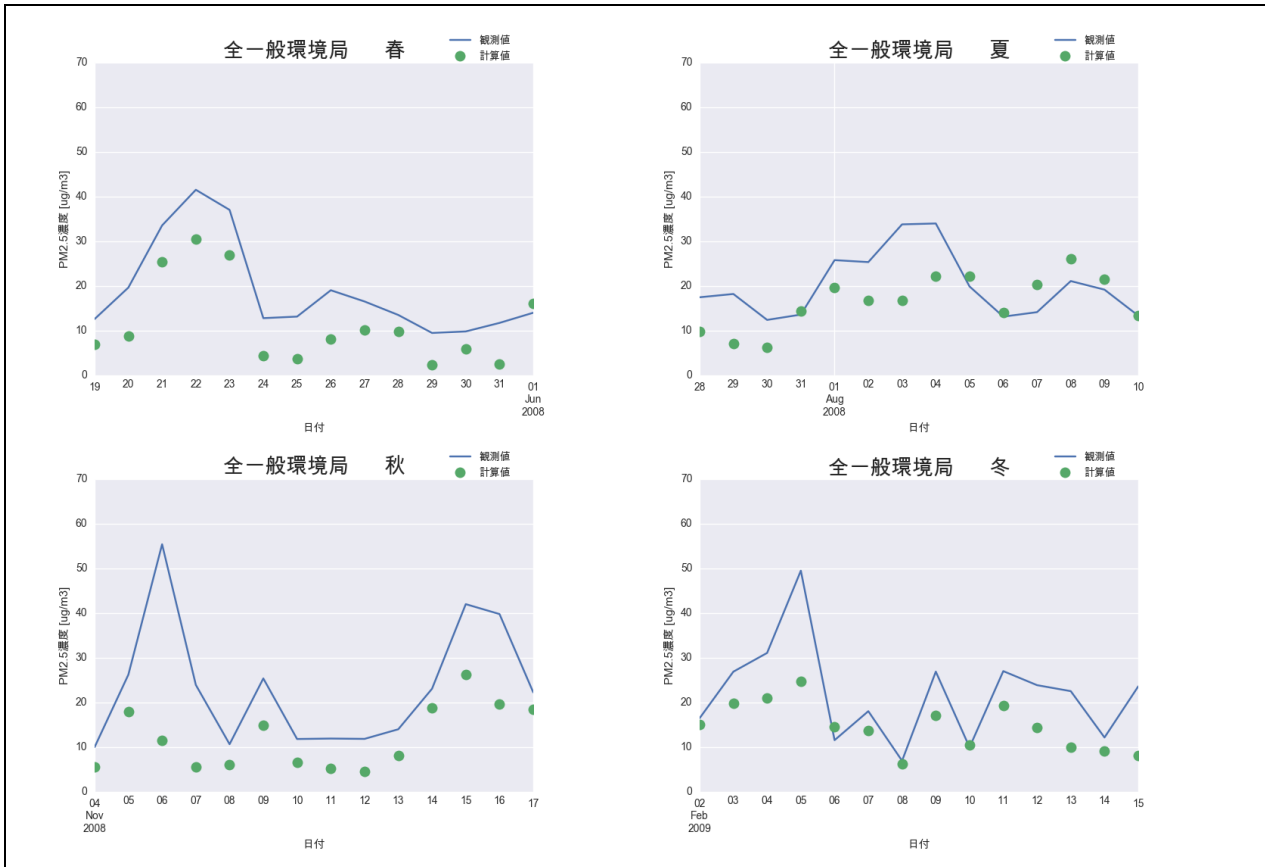


図 8 成分測定が実施された一般環境局の時系列比較(上図)と成分濃度の比較図(下図)。

3. 2008 年度における発生源寄与割合推計結果（経過報告）

本章では、2008 年度における発生源寄与割合の推計手法とその結果を示す。

3.1 発生源寄与割合の推計手法

3.1.1 発生源寄与割合の対象発生源及び削減パターン

対象排出源及び対象領域は表 7 に掲載している 18 パターン(領域 2 パターン × 対象排出源 9 パターン)及び関東地方以外の排出をすべてゼロにする 1 パターンの計 19 パターンとした。

対象排出源は東京都インベントリと JATOP+OPRF インベントリの各排出セクターを表 8 の様に分類した排出源を用いるものとした。

また、計算対象期間は PM2.5 に関しては、成分測定が実施されている各季節の 2 週間とし、光化学オキシダントに関しては 5 月から 9 月の暖候期とする。ただし、本資料では、光化学オキシダントについては、PM2.5 の成分測定が実施されている夏季の 2 週間とした。

表 7 発生源寄与解析の対象排出源と削減パターン

感度実験対象領域	関東地域全域と東京都の 2 パターン
感度実験対象排出源	9 種類(自動車、船舶、大規模固定発生源、業務・家庭、建設機械(建機)、VOC 発生施設、その他的人為発生源、アンモニア発生源、自然発生源)への分類を実施
感度実験削減パターン	ゼロ・アウト法(対象発生源の発生量を 0 として寄与を調べる)

表 8 発生源分類表

対象排出源	東京都インベントリ	JATOP,OPRF
自動車	自動車	自動車
船舶	船舶	OPRF
大規模固定発生源	大規模固定発生源	01-電気業、02-地域熱供給、 03-都市ガス、04-農林業、 05-水産業、06-鉱業、07-建設業、 08-製造業、15-廃棄物焼却
業務・家庭	調理、小型焼却炉、群小燃焼施設、 民生 VOC	09-家庭、10-業務、16-小型焼却炉、 29-調理、81-エアロゾール、 19-E-防虫剤
建設機械(建機)	作業機械	11-機械
VOC 発生施設	固定蒸発発生源	17-工業プロセス、17-B 工業プロセス、 18-燃料蒸発、19-(A-D)-VOC 関係
その他の人為発生源	航空機、野焼き、鉄道、たばこ、 粉じん発生施設	13-航空、22-野焼き、 25A-たばこ
アンモニア発生源	アンモニア発生施設	20-家畜、21-化学肥料施肥、23-土 壤、26-ペット犬、25B-発汗・呼吸、 27-化学肥料製造、 28-排水処理(し尿)
自然発生源	植物起源、火山	植物起源(MEGAN)、火山

3.1.2 発生源寄与割合の推計手法

3.1.2.1 PM2.5 の補正係数の算出

前章で議論したように、PM2.5 に関してはまだモデルに多くの課題を残す結果となっているため、モデルによる計算値を観測値で補正して計算する方針とした。

本検討では、成分測定されている地点及び期間に対して、寄与割合を算出するため PM2.5 の各成分の計算値(前章で実施した基準計算)と観測値の比を日毎に算出し補正係数を作成し、その補正係数を各排出パターンの計算値に乗じた値をその排出パターンの寄与値とした。平均化された係数で全期間を補正すると、高濃度時に全体を過小評価してしまう傾向があるなど問題を回避するためである。算出した補正係数のばらつきなどを確認するための要約統計量を表 9 に掲載する。

ここで、二次有機粒子については、補正を実施するための観測値が得られていないため、OM/OC 比として 1.7 を採用⁷し、一次有機粒子と二次有機粒子の和を OC 観測値に 1.7 を乗じた値で補正を実施した。

本検討では、二次有機粒子の観測値がなかったため一次粒子と二次粒子の和で補正を実施したが、レセプターモデルなどを活用して二次有機粒子を切り分けることができれば、より詳細な補正係数などの算出も可能である。

表 9 補正係数の要約統計量(観測値/計算値で算出)

夏		質量濃度	EC	OC	NH4+	NO3-	SO42-	金属
	平均	1.42	2.85	4.28	0.83	0.28	1.05	4.46
標準偏差	0.70	1.72	2.06	0.56	0.40	0.65	2.74	
最小	0.45	0.55	1.26	0.17	0.00	0.29	0.63	
最大	3.77	11.00	14.07	2.53	2.26	3.04	17.45	
冬		質量濃度	EC	OC	NH4+	NO3-	SO42-	金属
	平均	1.57	1.34	1.90	1.41	1.02	2.06	6.35
標準偏差	0.61	0.66	0.80	0.58	0.78	0.62	4.56	
最小	0.62	0.00	0.59	0.57	0.09	0.92	0.55	
最大	4.39	3.49	4.99	3.84	4.32	3.69	25.89	

3.1.2.2 CMAQ の設定について

関東地方以外の排出をすべてゼロにするパターンでは、関東地方の排出インベントリをすべてゼロにして計算しているが、海塩粒子のみは CMAQ が自動的に排出するため常に発生している。そのため、デフォルトでは海塩粒子の化学反応のみが考慮されてしまう。そこで、本計算では海上を陸地と認識するようなランダムマスクを設定し計算を実施した。一方で、光化学反応定数は計算している期間の気象条件や土地利用によって変化するため、反応定数はランダムマスクを設定する前段階で先に作成しておいてものを利用している。他の計算では濃度計算時に同時計算しているのに対して、関東外の寄与計算のみ反応定数を先に計算しているという違いが生じていることに注意しておく必要がある。

⁷ Allison C. Aiken et. al., O/C and OM/OC Ratios of Primary, Secondary, and Ambient Organic Aerosols with High-Resolution Time-of-Flight Aerosol Mass Spectrometry, Environ. Sci. Technol., 42 (12), pp 4478–4485, (2008)

上記文献中での OM/OC 比は 1.4–2.1 としている。測定期間の平均値は約 1.7 であったため二次と一次を含む有機炭素の補正係数は 1.7 とした。

3.2 発生源寄与割合の推計結果

3.2.1 PM2.5 濃度に対する寄与割合推計結果

PM2.5 の寄与割合推計では、以下の集計区分で寄与割合の推計を実施した(推計結果は速報である。以下、光化学オキシダントについても同様)。

ここでは、集計期間の夏季及び冬季において季節毎に全地点で平均化されたPM2.5質量濃度の推計結果 図 9 及び PM2.5 の主要な成分濃度の推計結果を 図 10 に掲載する。

集計区分	説明
物理量	PM2.5 濃度の日平均値
PM2.5 主成分	PM2.5 質量濃度、OC、EC、NH ₄ ⁺ 、SO ₄ ²⁻ 、NO ₃ ⁻
集計期間	成分測定を実施している各季節 2 週間の平均
集計地域	成分測定を実施している一般環境大気測定局各地点とそれらの平均

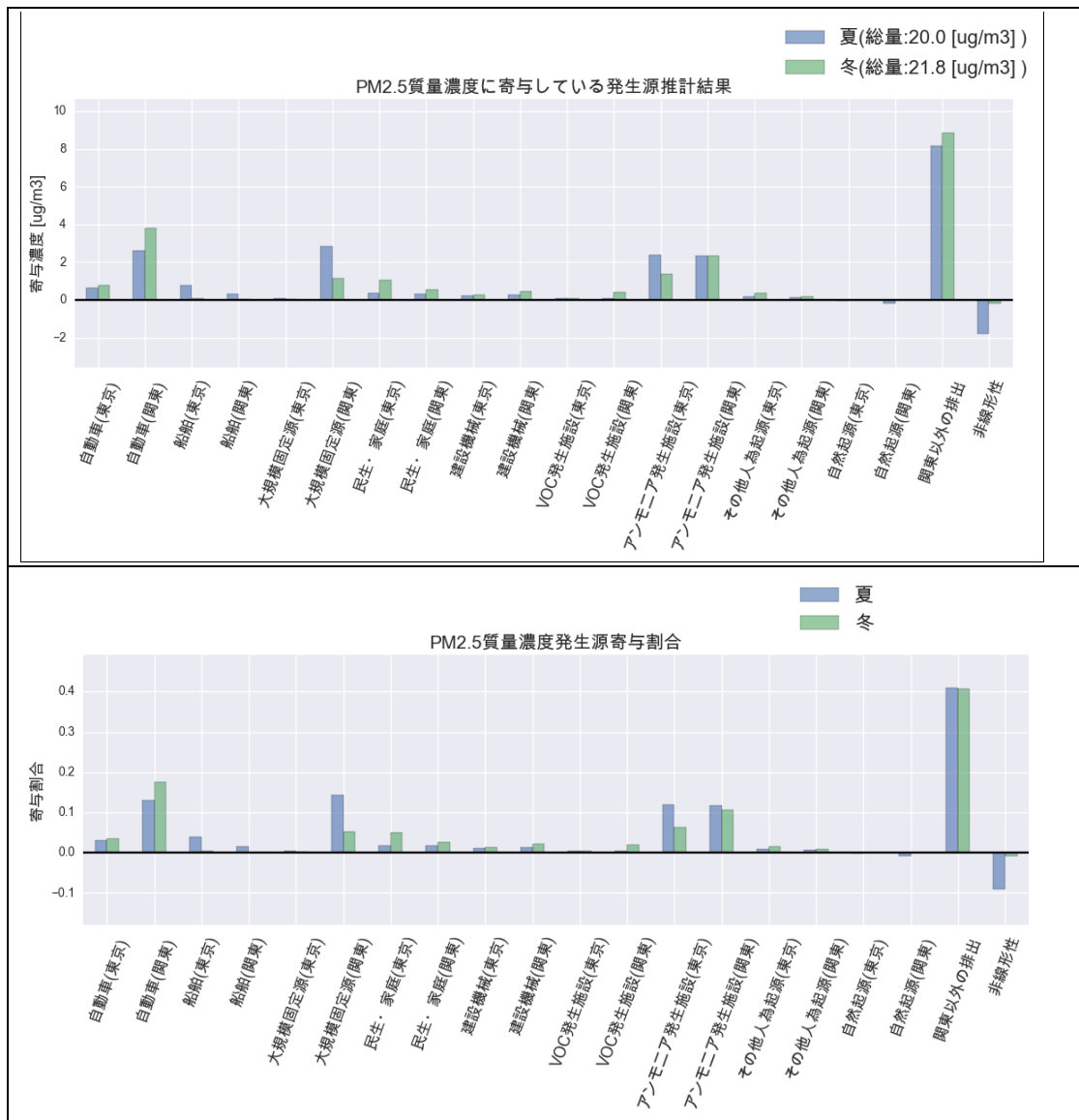
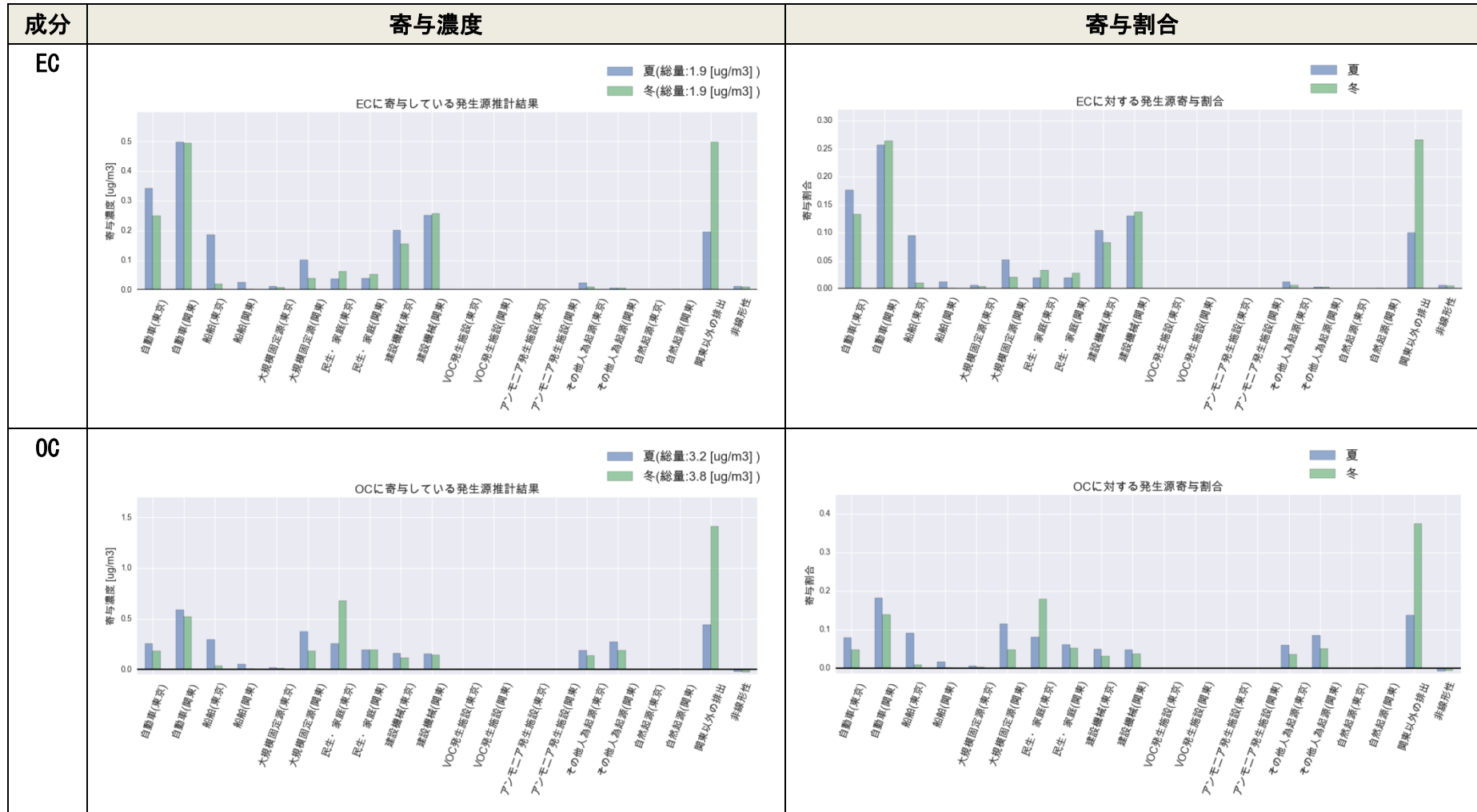
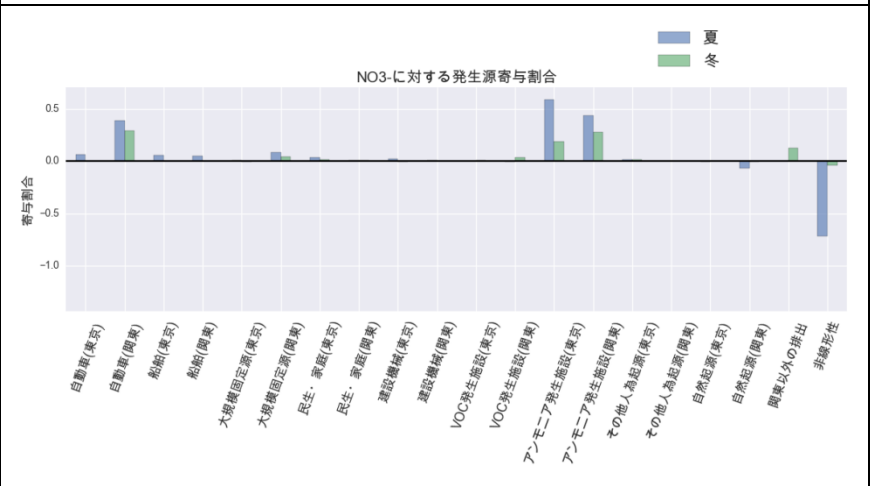
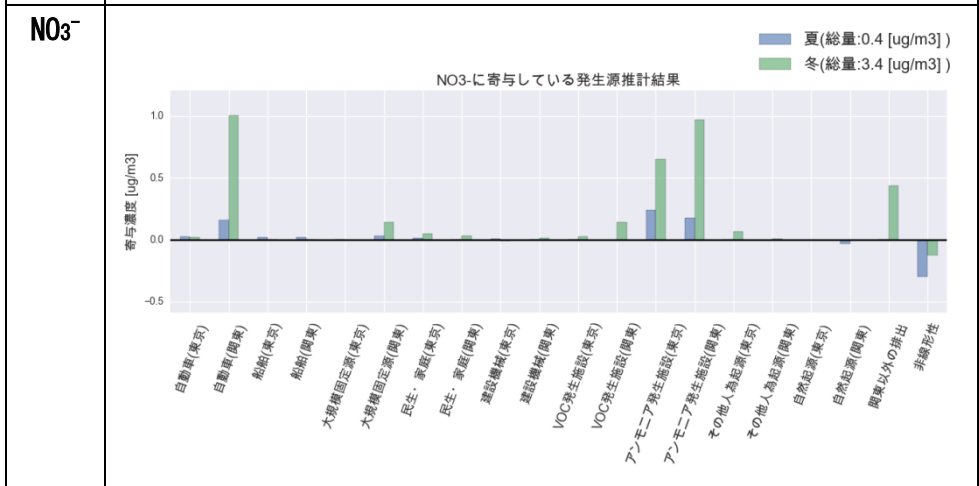
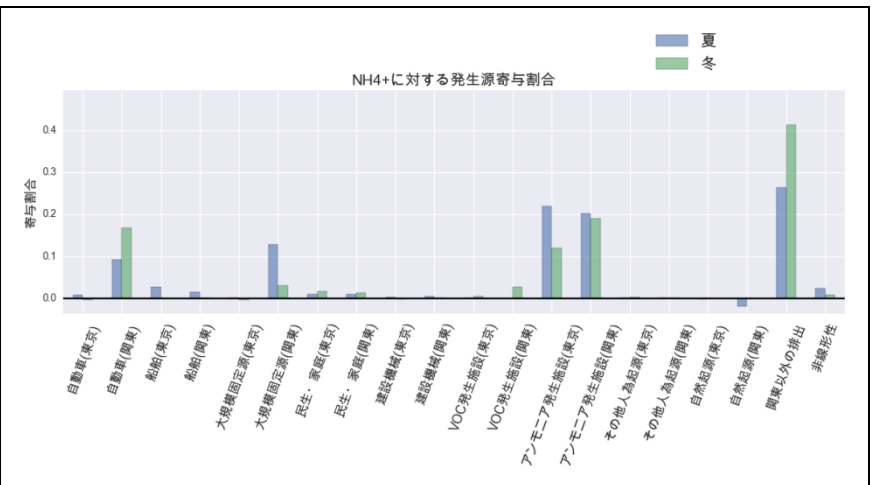
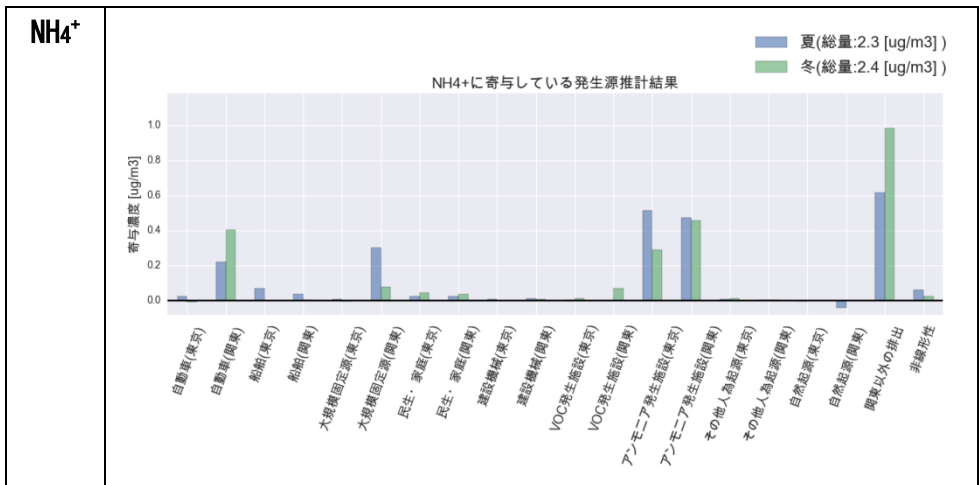


図 9 PM2.5 寄与割合推計結果の図(上図：寄与濃度、下図：寄与割合)





SO₄²⁻

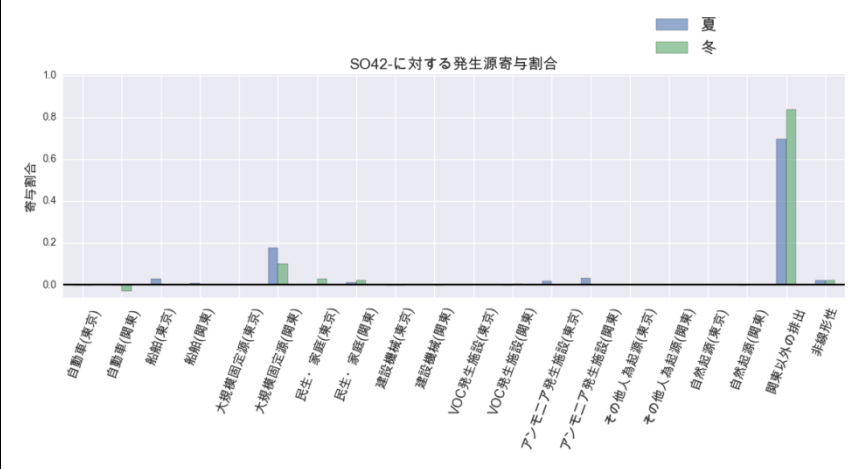
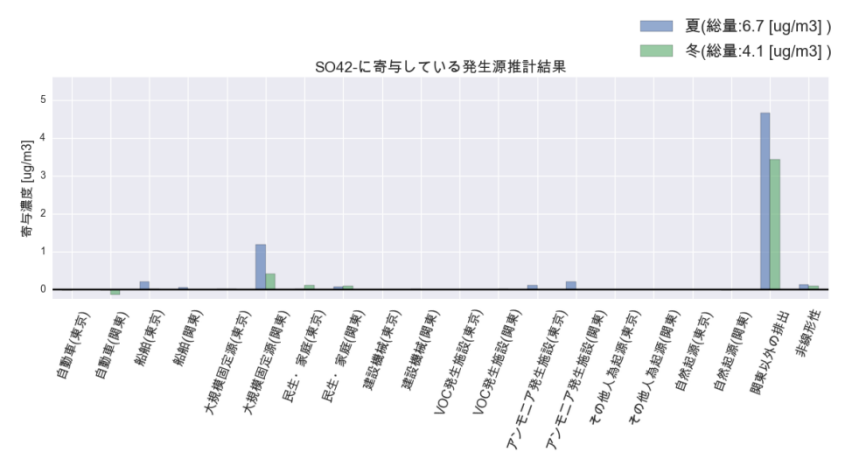


図 10 PM_{2.5} の成分別寄与割合推計結果の図

3.1.2.2 光化学オキシダントに対する寄与割合推計結果

オキシダントの寄与割合推計では、以下の集計区分で寄与割合の推計を実施した。

ここでは、集計期間の全地点で平均化された光化学オキシダントとポテンシャルオゾンの推計結果図 11と図 12 を掲載する。

集計区分	説明
統計量	オキシダント濃度の日平均値、日最高 1 時間値及び日最高 8 時間値、ポテンシャルオゾンのオキシダント濃度の日平均値、日最高 1 時間値及び日最高 8 時間値
集計期間	2008.7.28 - 2008.8.10 までの平均
集計地域	東京都内常時監視を実施している一般環境大気局各地点とそれらの平均

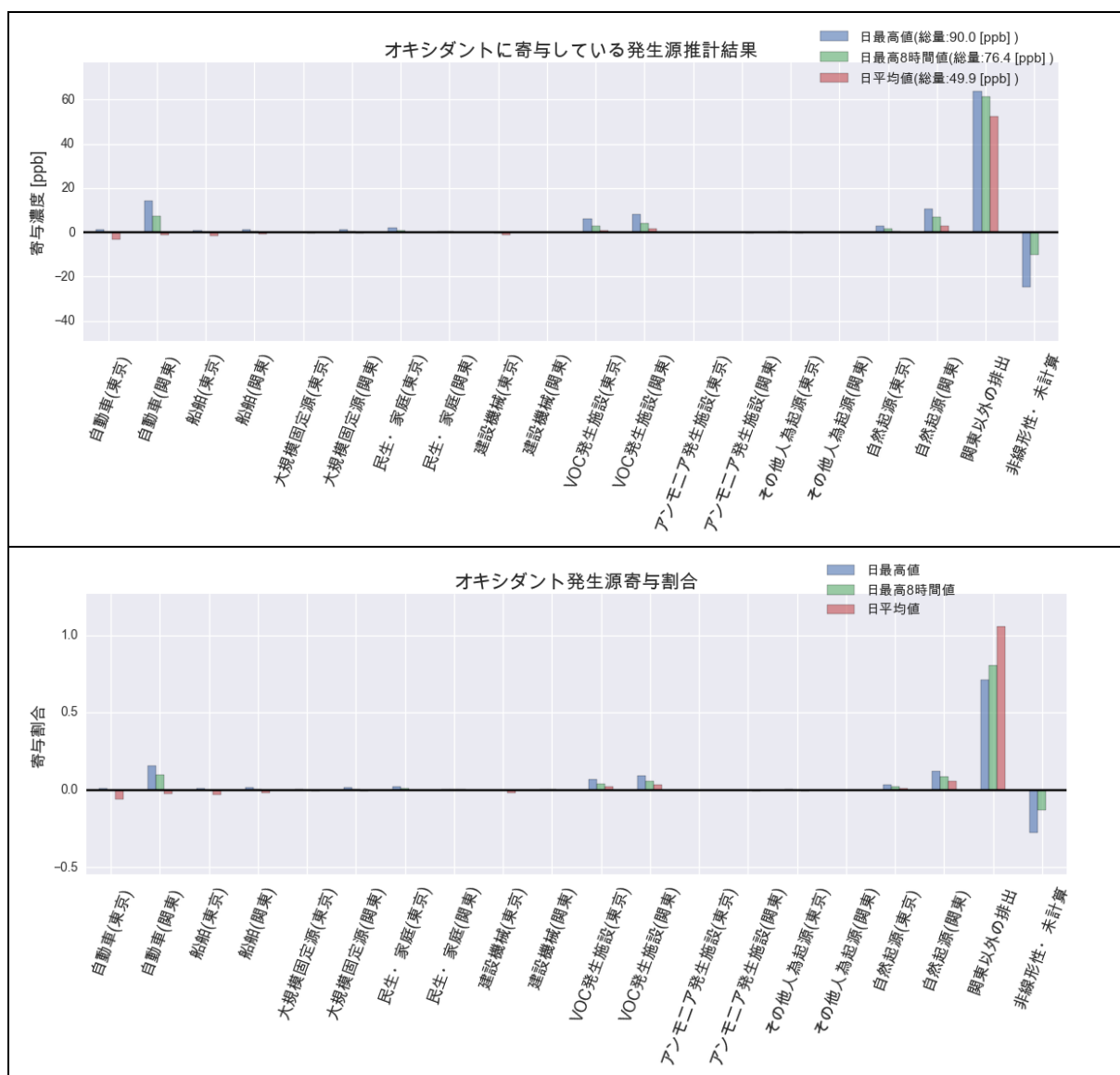


図 11 光化学オキシダント寄与割合推計結果の図(上図：寄与濃度、下図：寄与割合)

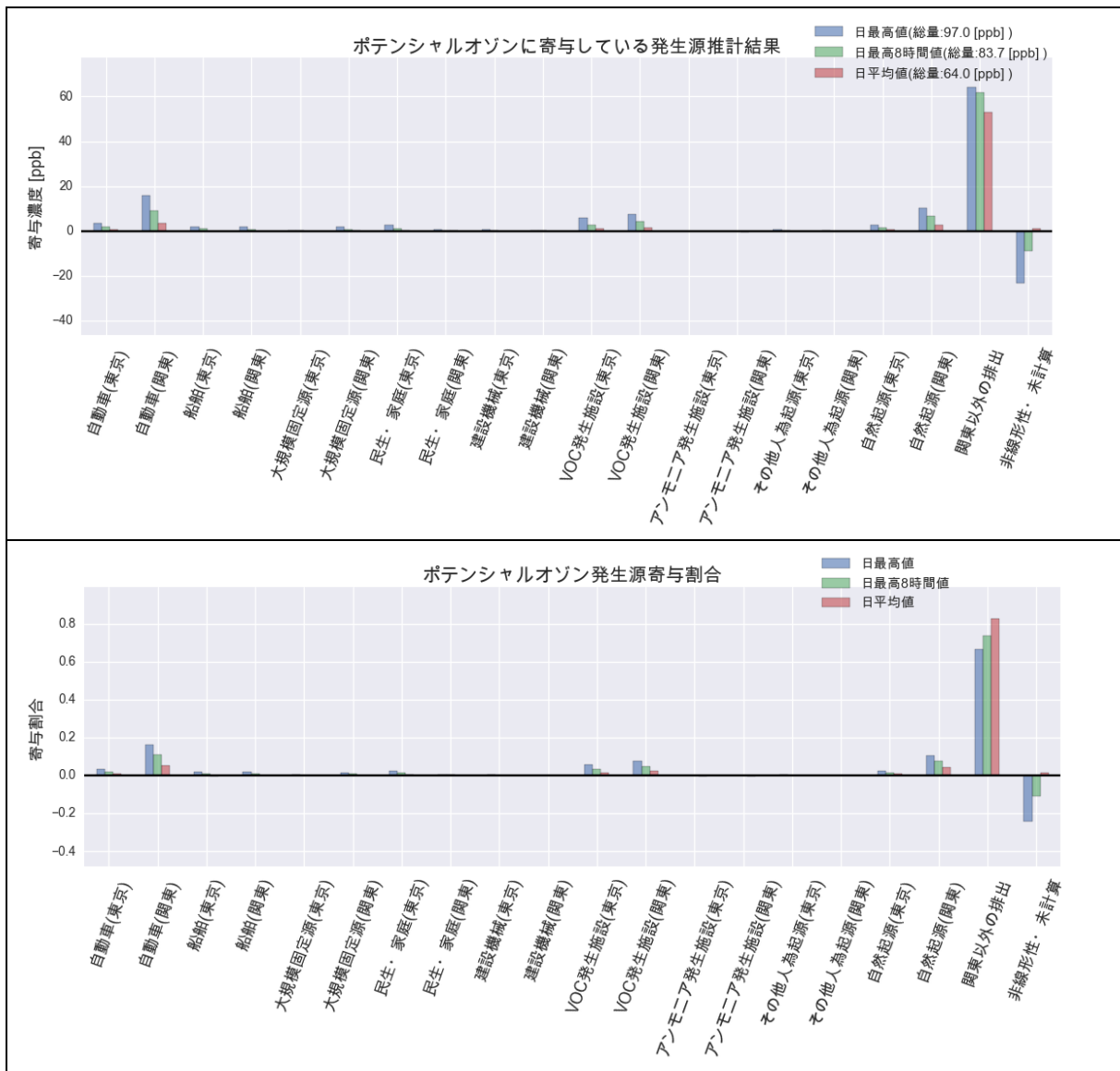


図 12 ポテンシャルオゾン⁸寄与割合推計結果の図(上図：寄与濃度、下図：寄与割合)

⁸ 本調査においてポテンシャルオゾンは下記の様に定義している。

$$[PO] = [O_3] + [NO_2] - \alpha [NO_x]$$

ここで α は0.1とした。

3.1.2.3 高濃度イベント時の光化学オキシダントに対する寄与割合推計結果

前節でのオキシダントの寄与割合推計結果では、関東内部の排出に対する感度は低いというものであった。ただし、この結果は、暖候期は南風が発達しているため東京都内というより関東北部において排出削減の影響が現れると考えられると同時に、バックグラウンド濃度が 50 ppb 程度はあることから全期間を平均すると削減効果が現れにくいことに起因していると考えられ、排出削減の効果が小さいわけではないことに注意が必要である。

特に、高濃度イベントが観測された日では、削減効果の影響がシミュレーションにも表れると考えられる。ここでは、オゾン濃度が東京都西部で 150 [ppb] (8 時間値最高値で 100 [ppb]) 近く上昇した 2008 年 8 月 8 (9)⁹ 日を例にシミュレーションの発生源寄与割合推計の結果を図 13 に示す。また、基準計算結果と関東の排出をすべてゼロにした場合のオゾンの分布の推移を図 14 に示す。この図からもわかるように、排出削減効果は東京都西部や関東北部のオゾン濃度に大きな影響を及ぼすことがわかる。参考として、特に高濃度の光化学オキシダントが観測されている青梅市東青梅と町田市市中町の発生源寄与と解析の推計結果を図 15 に示す。

シミュレーション精度の参考として関東内の常時監視局との比較地図を図 16 に示す。

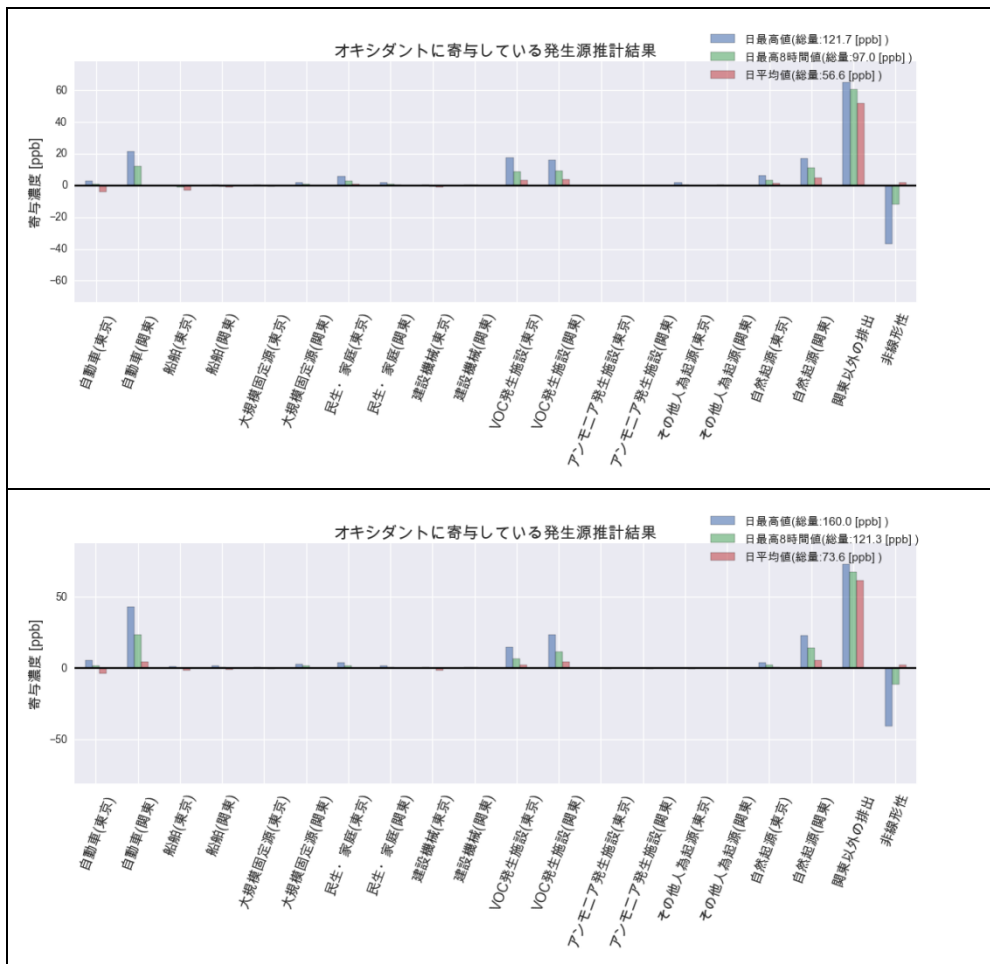


図 13 高濃度日の光化学オキシダント寄与割合推計結果の図(上図:8 月 8 日、下図:8 月 9 日)

⁹ 計算期間内で光化学スモッグ注意報が発令されており、高濃度イベントの概況についても特に注記がない日を選定した。

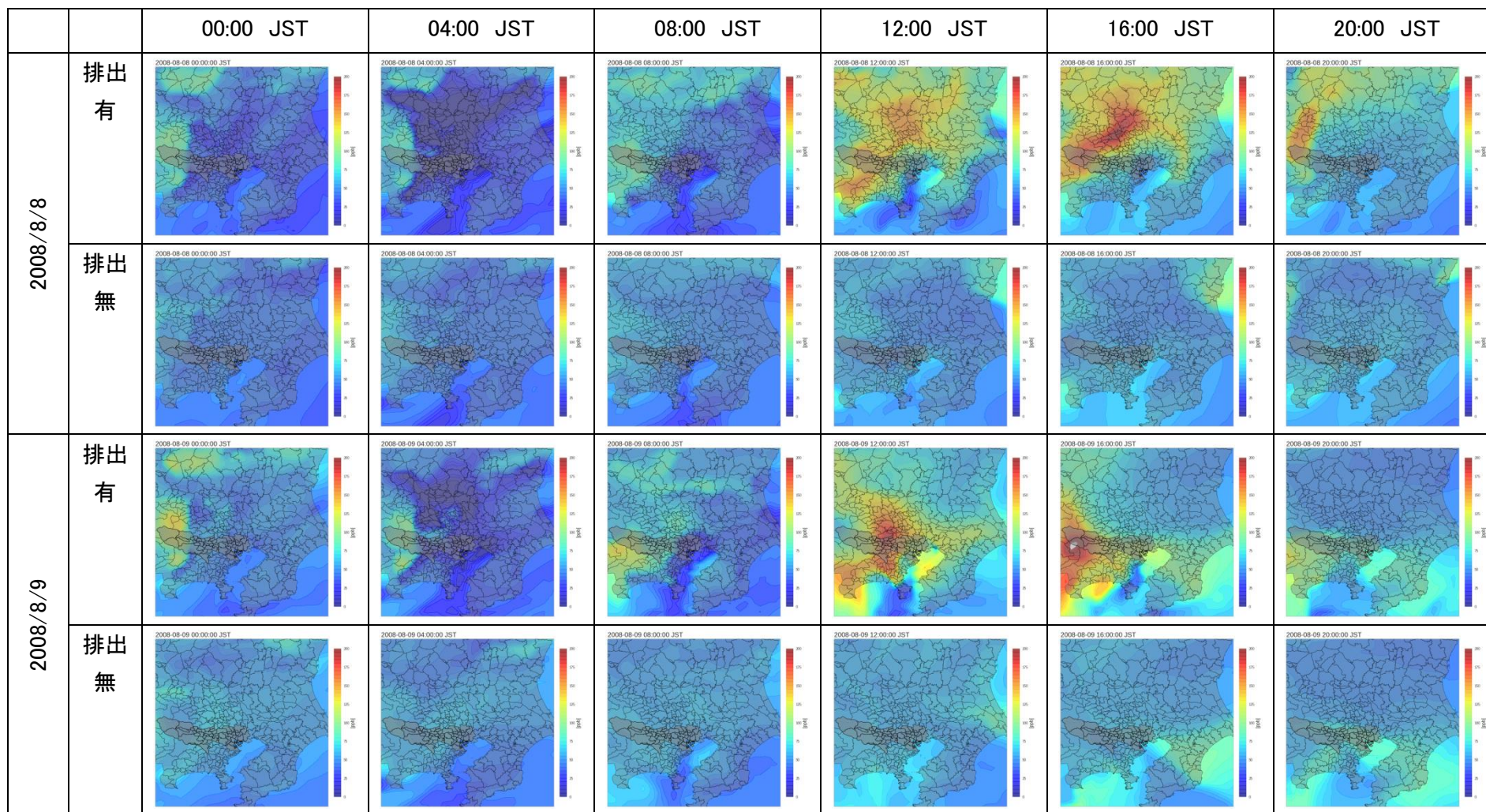


図 14 2008 年 8 月 8 日及び 9 日の光化学オキシダント濃度の変化

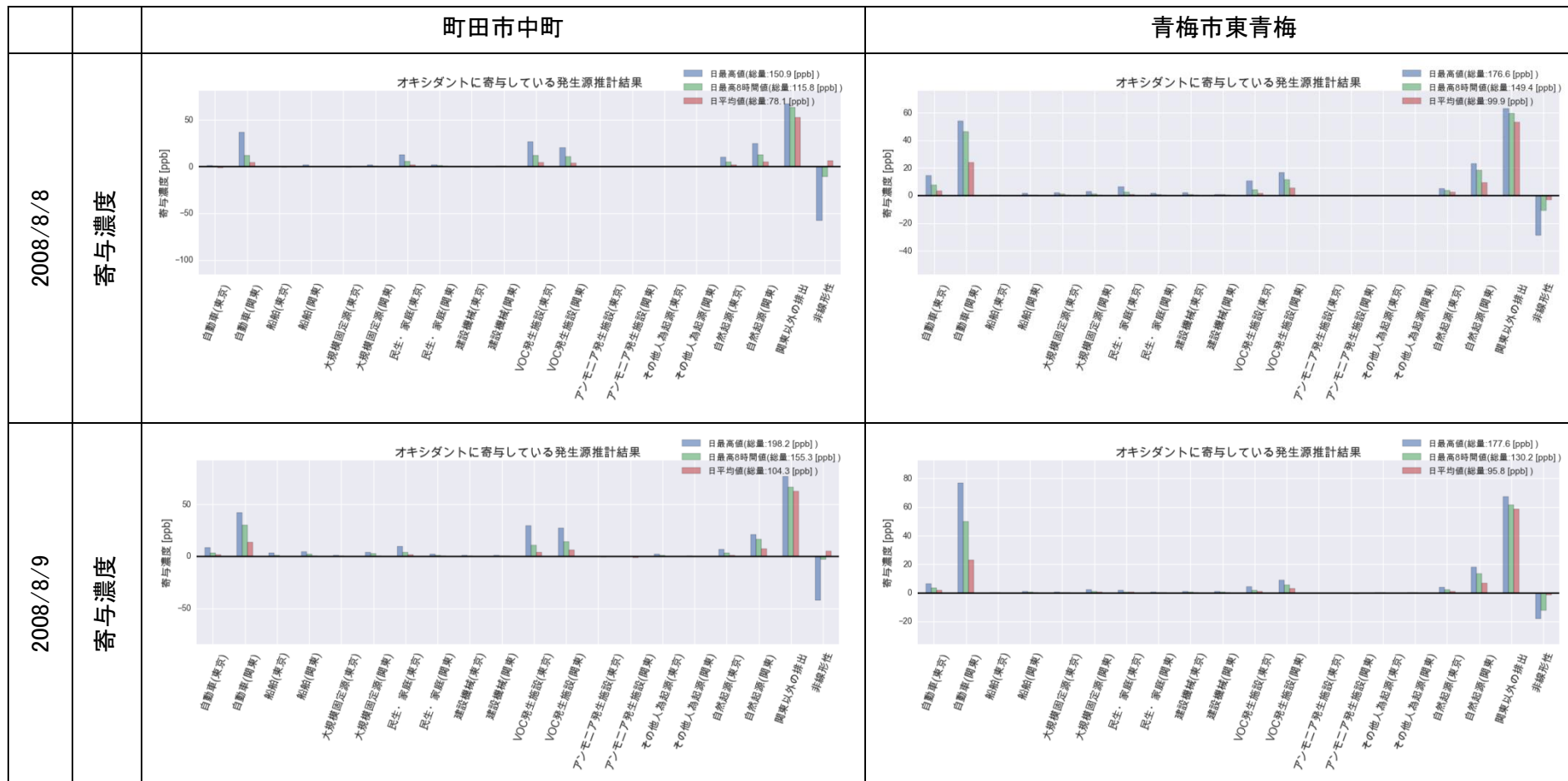


図 15 町田市中町と青梅市東青梅の高濃度日の発生源寄与と推計結果

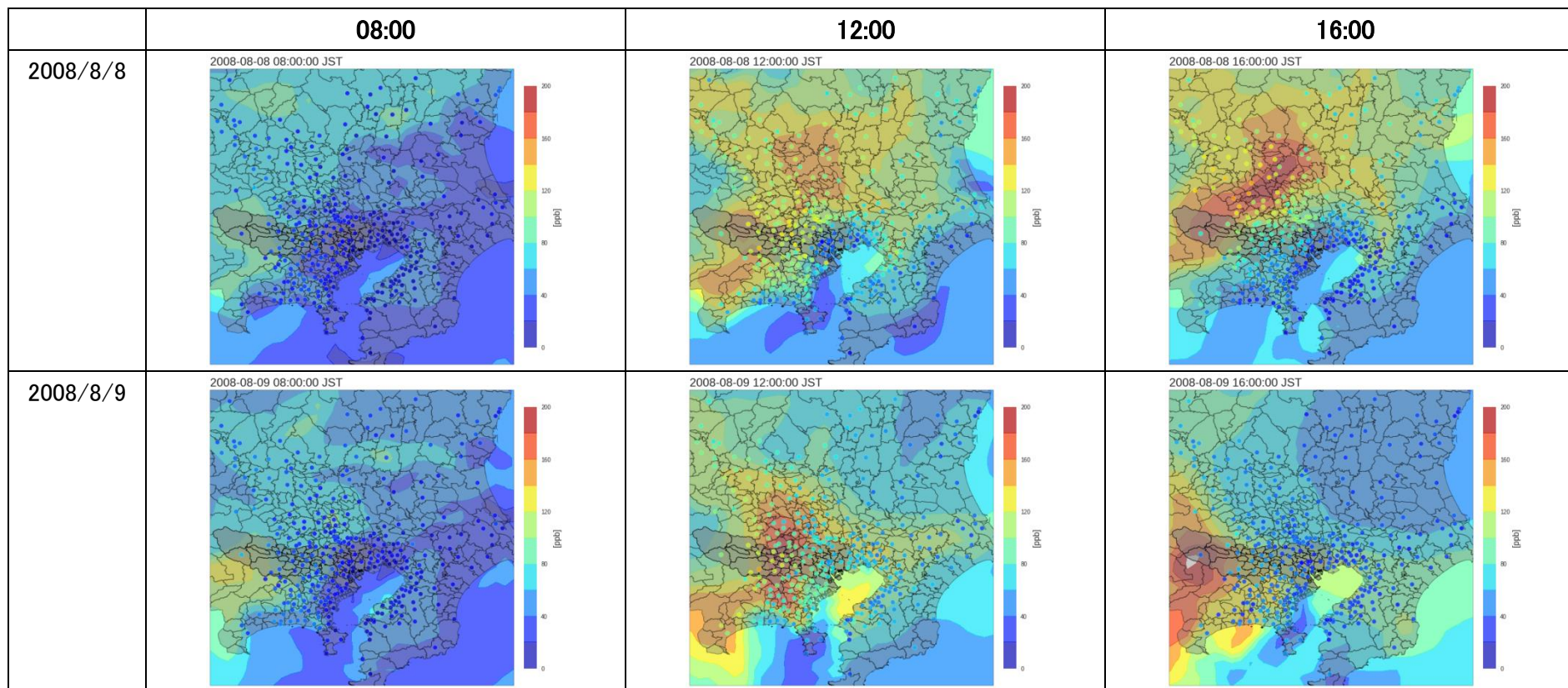


図 16 光化学オキシダント濃度の空間分布のシミュレーションと観測値の比較。濃度の変動や空間分布は定性的な評価ではあるが、高濃度が観測されている地域ではシミュレーションでも濃度が高くなっているなどの傾向はつかめている。

4. 大気汚染物質の高濃度イベントの類型化に関して

本章では PM2.5 及び光化学オキシダントの高濃度イベントのデータ整理と類型化を試みた。ここでは、PM2.5、光化学オキシダントそれぞれの高濃度日の定義について、濃度が測定されているいずれかの地点で

- ・PM2.5 日平均値が 35 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]以上
- ・光化学オキシダント日最高 8 時間値が 70 [ppb]以上

とした。また、各年度の高濃度日になった日時の一覧表(例として 2015 年の一部)を図 17 に掲載する。他の年度については、今後本検討会において参考資料として報告予定である。

4.1 高濃度イベントが観測された日の各種データの整理

PM2.5 及び光化学オキシダントの高濃度日について、表 10 に示すデータを一件一葉形式で整理を実施する。整理表のサンプルは図 18 及び図 19 に示すが、全整理結果の表については、今後本検討会において参考資料として報告予定である。

表 10 高濃度日整理表記載項目一覧

記載項目	詳細
概要	【オキシダント】 高濃度日の日最高 8 時間値の空間分布の傾向と日最高 8 時間値が最も高く観測された地点とその時の時間、風向を文章にまとめたもの。
	【PM2.5】 高濃度日の日平均値の空間分布の傾向とその最大値が観測された測定地点とその時間、風向を文章にまとめたもの。
測定項目要約統計量	【オキシダント】 日最高 8 時間値、日平均値、日最高 1 時間値、日最低 1 時間値の統計量（中央値、標準偏差、最大値）を表にまとめたもの。
	【PM2.5】 日平均値、日最高値、日最低値の統計量（中央値、標準偏差、最大値、最小値）を表にまとめたもの。
各測定地点での濃度	【オキシダント】 観測日における各測定地点の日最高 8 時間値、日平均値、日最高 1 時間値を棒グラフにまとめたもの。
	【PM2.5】 各測定地点における日平均値、日最高値、日最低値を棒グラフにまとめたもの。
成分測定データ	【PM2.5 のみ】 PM2.5 質量濃度における組成成分（元素状炭素、有機炭素、水溶性イオン、金属、その他）の含有量を棒グラフにまとめたもの。成分測定を実施した期間と合致すれば掲載する。

大気汚染物質の空間分布	<p>【オキシダント】</p> <p>日最高 8 時間値を地図上にプロットしたもの。東京都の目標値相当（日最高 8 時間値が 70ppb）を透明で示し、それ以上を赤、それ以下を青で示したもの。</p>
	<p>【PM2.5】</p> <p>日平均値を地図上にプロットしたもの。環境基準短期基準相当（1 日平均値 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$）を透明で示し、それ以上を赤、それ以下を青で示したもの。</p>
濃度時系列変化【オキシダント】	<p>【オキシダント】</p> <p>各測定地点におけるオキシダント濃度とポテンシャルオゾン濃度の 1 時間値、8 時間値の中央値を時系列図に示したもの。色付けされた箇所は各観測値の最小値から最大値までの幅を示す。</p>
	<p>【PM2.5】</p> <p>PM2.5 濃度について、全測定地点における 1 時間値の中央値、最大値と最小値のレンジを時系列図にまとめたもの。</p>
シミュレーションによる発生源寄与割合推計	<p>【共通】</p> <p>シミュレーション期間と合致すれば発生源寄与割合の推計結果を掲載する。</p>
東京都内気象概況	<p>【共通】</p> <p>観測日の天気概況、気温、風向風速、降水量、日照時間、湿度をまとめたもの。</p>
気象配置図	<p>【共通】</p> <p>観測日の気象配置図とその概要をまとめたもの。</p>
気象状況の日内変化	<p>【共通】</p> <p>観測日の風向、風速、気温、湿度の日変化を時系列図にまとめたもの。</p>

	PM最高地点	PM最高濃度	Ox最高地点	Ox最高濃度	気温	湿度	風速	風向
2015/4/1	小金井市本町	42	八王子市館町	61.3	15.6	67	1.3	西北西
2015/4/6	中央区晴海	44.9	八王子市館町	53.4	16.4	67	1.5	北西
2015/4/16	足立区綾瀬	29.1	町田市金森	70.5	16.8	52	2.2	東南東
2015/4/17	足立区綾瀬	32.8	八王子市館町	80.6	20	46	3	南南西
2015/4/23	中央区晴海	28	八王子市館町	88.8	19.8	53	0.9	北
2015/4/24	千代田区神田司町	24.8	八王子市館町	74.9	19.2	62	3.9	南南西
2015/4/25	足立区綾瀬	29.7	八王子市館町	85.8	18.9	49	3.5	北東
2015/4/26	足立区綾瀬	25.6	八王子市館町	74.8	18.5	40	1.7	南南東
2015/4/27	足立区綾瀬	38.3	八王子市館町	83.4	21.4	52	0.9	東南東
2015/4/28	足立区綾瀬	43	八王子市館町	81.8	23.1	50	2.3	南
2015/5/1	足立区綾瀬	14.4	小平市小川町	78.9	21.9	54	1.1	北東
2015/7/12	八王子市館町	30	足立区西新井	93.6	27.9	66	1.4	北西
2015/7/20	品川区八潮	20.8	西東京市田無町	86.3	30	72	2.5	北東
2015/7/24	大田区東糀谷	22.4	葛飾区鎌倉	85.9	31	68	0.6	西北西
2015/7/25	荒川区南千住	31.4	西東京市田無町	98.0	28.5	82	1.3	南南東
2015/7/26	世田谷区世田谷	37.8	狛江市中和泉	137.5	31.9	65	1.2	北北東
2015/7/27	青梅市東青梅	35.8	練馬区石神井町	113.6	32.5	61	0.7	北
2015/7/28	八王子市館町	28.2	町田市金森	96.3	29	75	1.1	北北西
2015/7/29	八王子市館町	32	八王子市館町	95.0	29.9	71	1.8	北西
2015/7/30	八王子市館町	29.2	江戸川区南葛西	84.3	28.6	77	2.2	西北西
2015/7/31	品川区八潮	33.2	西東京市田無町	92.6	29.3	80	0.8	西南西
2015/8/1	中央区晴海	47.2	練馬区北町	115.5	32.2	71	0.9	南西
2015/8/2	中央区晴海	37.6	足立区西新井	93.4	31.2	63	1.1	南
2015/8/3	品川区八潮	38.4	青梅市東青梅	79.3	30.4	62	1.1	南
2015/8/4	青梅市東青梅	31.1	青梅市東青梅	80.0	31.2	67	1.1	北北西
2015/8/6	東大和市奈良橋	16.9	青梅市東青梅	73.8	32	59	1.8	南西
2015/8/7	足立区綾瀬	29.8	小平市小川町	116.6	32.5	55	2.6	北北西
2015/8/8	東大和市奈良橋	24.9	東大和市奈良橋	93.9	26.9	75	4.1	東北東
2015/8/15	町田市金森	16.8	練馬区石神井町	81.0	27	79	2.3	南南東
2015/8/21	多摩市愛宕	22.9	町田市金森	82.3	26.8	79	1.9	東北東
2015/9/5	八王子市館町	19.6	町田市金森	79.6	25.7	64	2.2	東
2015/9/19	品川区八潮	17.6	町田市金森	70.5	24.7	72	2.4	北北西
2015/10/11	清瀬市上清戸	38.3	品川区豊町	48.8	18.4	99	1.1	北西
2015/12/10	足立区綾瀬	55	八王子市館町	12.9	8.5	59	2.5	北西
2015/12/21	足立区綾瀬	43.6	町田市金森	17.4	8	52	1	西北西
2015/12/23	足立区綾瀬	35.6	品川区豊町	30.0	6	60	2.8	北北西
2016/3/7	荒川区南千住	35.9	小平市小川町	42.6	13	100	1.4	北
2016/3/8	大田区東糀谷	36.7	町田市金森	48.3	15.5	87	1.2	南西

		Ox,PMとも高濃度					
		PMのみ高濃度					
		Oxのみ高濃度					

図 17 高濃度日一覧表のイメージ。最高濃度はPM2.5の日平均値と光化学オキシダントの日最高8時間値が最高となった地点と観測値を表している。また気象条件は午前9:00で代表させて記載している。

日時：2015年5月2日

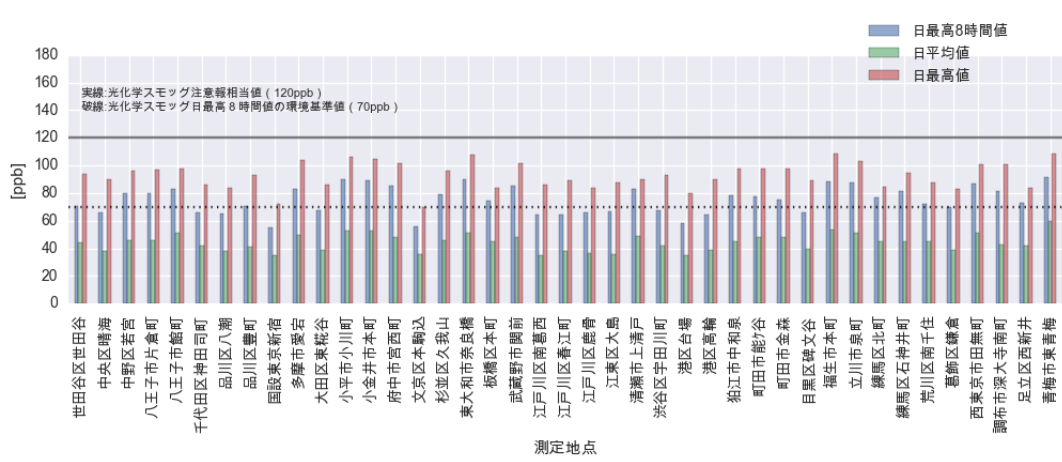
概要

- ◆ 東京都全域で高濃度となっておりかつ西部で濃度が高い傾向にある。
- ◆ 都内の日最高8時間値が最も高かったのは、港区で19時に観測され、濃度は100[ppb]であった。
- ◆ 日最高8時間値が観測された時間の風向は西風であり、風速は3.0 [m/s]であった。

測定項目要約統計量

測定項目	日最高8時間値	日平均値	日最高値	日最低値
中央値 [ppb]	75.5	45.0	85.1	11.0
標準偏差 [ppb]	9.9	6.0	13.1	6.3
最大値 [ppb]	91.9	60.0	109.0	28.0
最小値 [ppb]	55.2	35.0	55.2	0.0

各測定地点での濃度



高濃度日の日最高8時間値の空間分布

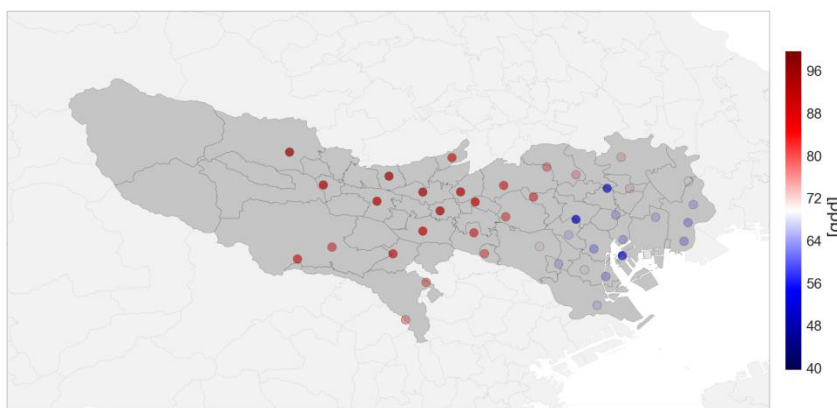
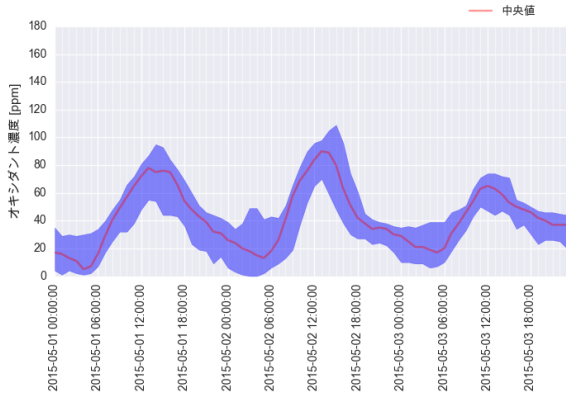


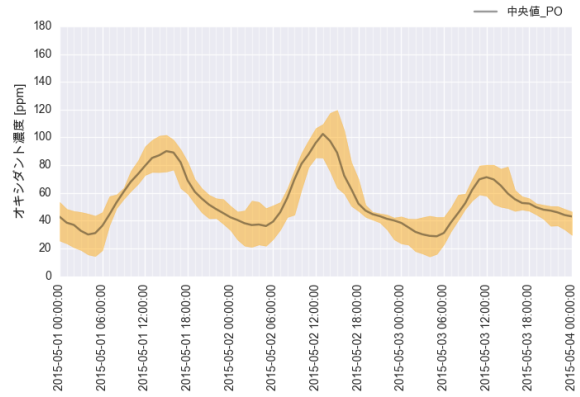
図 18 光化学オキシダント高濃度日整理表 (1/3)

光化学オキシダント濃度時系列変化

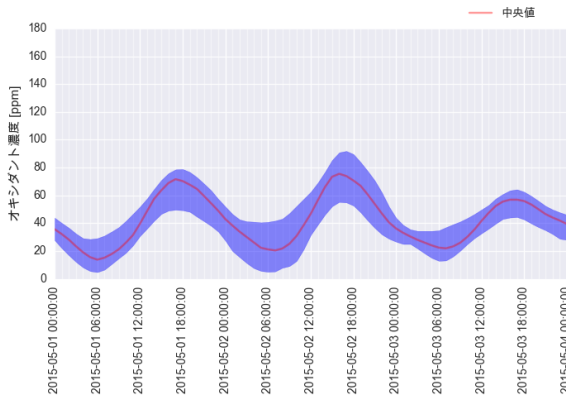
1 時間値オキシダント濃度



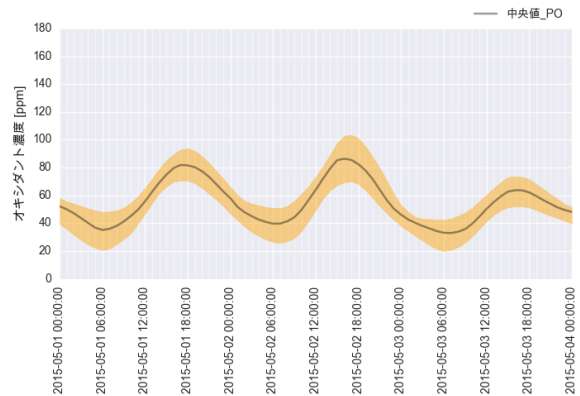
1 時間値ポテンシャルオゾン濃度



8 時間値オキシダント濃度



8 時間値ポテンシャルオゾン濃度



グラフの背景は各時刻の全測定地点の最大値と最小値のレンジを表しており、実線は各時刻の中央値を表している。

シミュレーションによる発生源寄与割合推計

シミュレーション期間と合致すれば掲載予定

図 18 光化学オキシダント高濃度日整理表 (2/3)

東京都内気象概況

◆ 天気概況

昼 (06:00-18:00)	夜 (18:00-翌 06:00)
雨時々曇	曇後一時晴

◆ 気温 [°C]

平均	最高	最低
18.9	21	16.4

◆ 風向・風速 [m/s]

平均		最大	
風速	風向	風速	風向
2.3	南南西	5.5	南南西

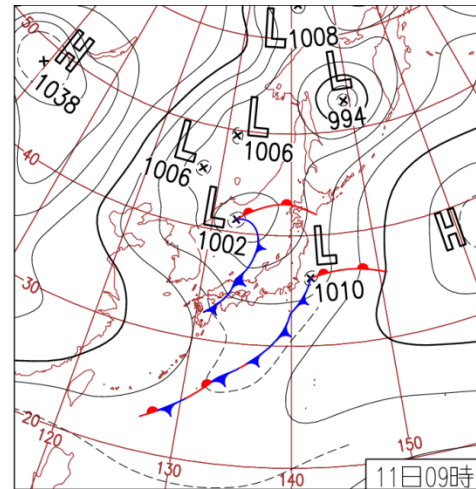
◆ 降水量 [mm]

合計	1 時間最大	10 分間最大
15	7	2

◆ その他の気象状況

日照時間 [h]	湿度 [%]	
	平均	最低
0.1	87	64

気象配置図



11日(日)富士山で初冠雪

前線と低気圧に伴う雨雲が全国に広がったが、大陸から高気圧が張り出し西日本から次第に晴れた。北海道天塩で最大瞬間風速30.4m/s。富士山は平年より11日遅い初冠雪。

(気象庁ホームページより引用)

気象状況の日内変化

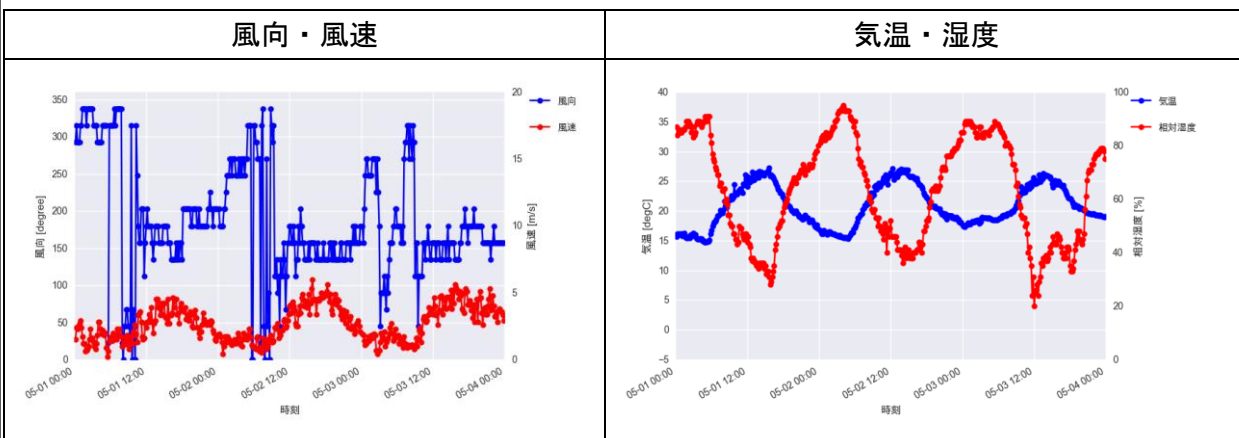


図 18 光化学オキシダント高濃度日整理表 (3/3)

日時：2015年5月16日

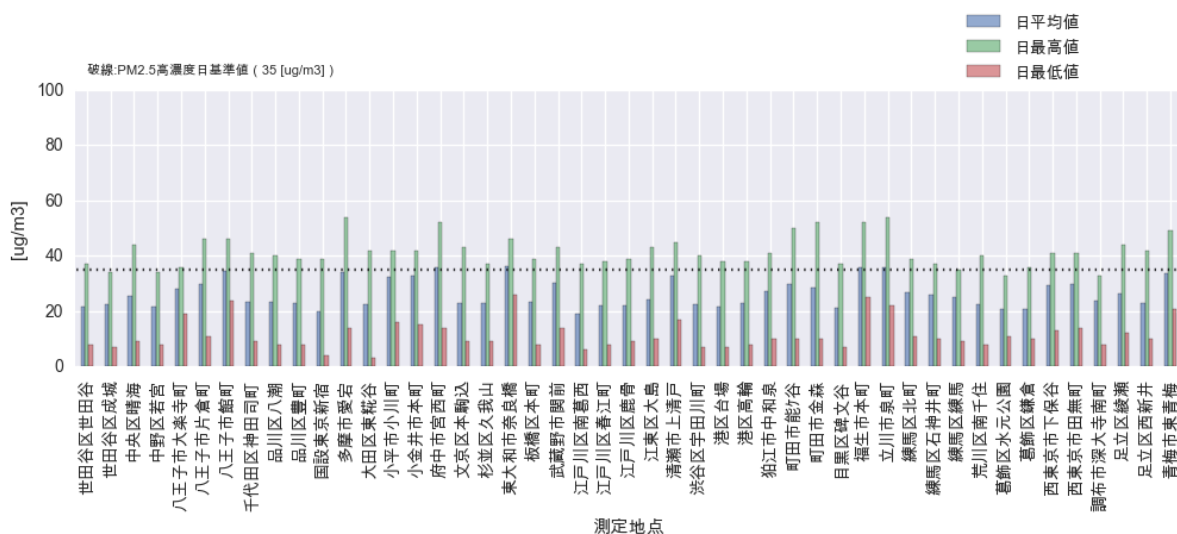
概要

- ◆ 東京都全域で高濃度となっており且つ西部で濃度が高い傾向にある。
- ◆ 都内の1時間値が最も高かったのは、港区で19時に観測され、濃度は100[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]であった。
- ◆ 日最高値が観測された時間の風向は西風であり、風速は3.0 [m/s]であった。

測定項目要約統計量

測定項目	日平均値	日最高値	日最低値
中央値 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	23.1	50.0	3.0
標準偏差 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	8.2	9.2	2.8
最大値 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	38.3	65.0	11.0
最小値 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	10.6	24.0	-3.0

各測定地点での濃度



PM2.5 成分測定データ

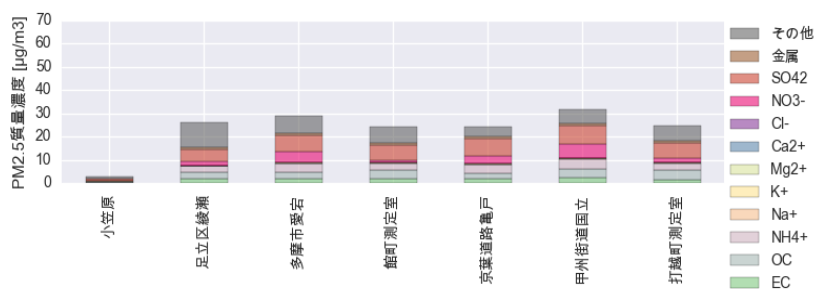
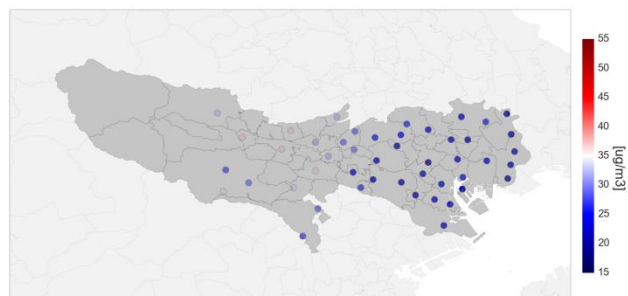
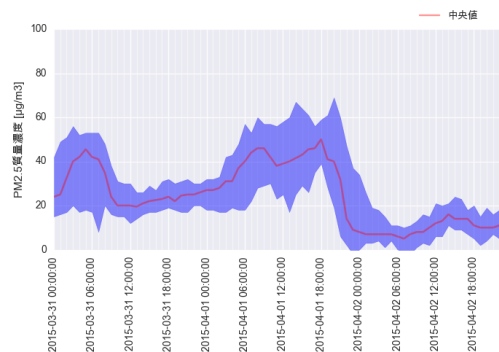


図 19 PM2.5 高濃度日整理表 (1/3)

PM2.5 日平均濃度分布



PM2.5 濃度時系列変化



グラフの背景は各時刻の全測定地点の最大値と最小値のレンジを表しており、実線は各時刻の中央値を表している。

シミュレーションによる発生源寄与割合推計結果

シミュレーション結果があれば掲載予定

図 19 PM2.5 高濃度日整理表 (2/3)

東京都内気象概況

◆ 天気概況

昼 (06:00-18:00)	夜 (18:00-翌 06:00)
雨時々曇	曇後一時晴

◆ 気温 [°C]

平均	最高	最低
18.9	21	16.4

◆ 風向・風速 [m/s]

平均		最大	
風速	風向	風速	風向
2.3	南南西	5.5	南南西

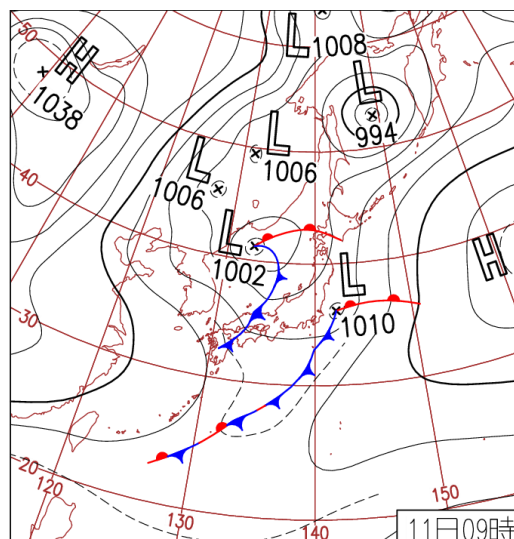
◆ 降水量 [mm]

合計	1時間最大	10分間最大
15	7	2

◆ その他の気象状況

日照時間 [h]	湿度 [%]	
	平均	最低
0.1	87	64

気象配置図



11日(日)富士山で初冠雪

前線と低気圧に伴う雨雲が全国に広がったが、大陸から高気圧が張り出し西日本から次第に晴れた。北海道天塩で最大瞬間風速30.4m/s。富士山は平年より11日遅い初冠雪。

(気象庁ホームページより引用)

気象状況の日内変化

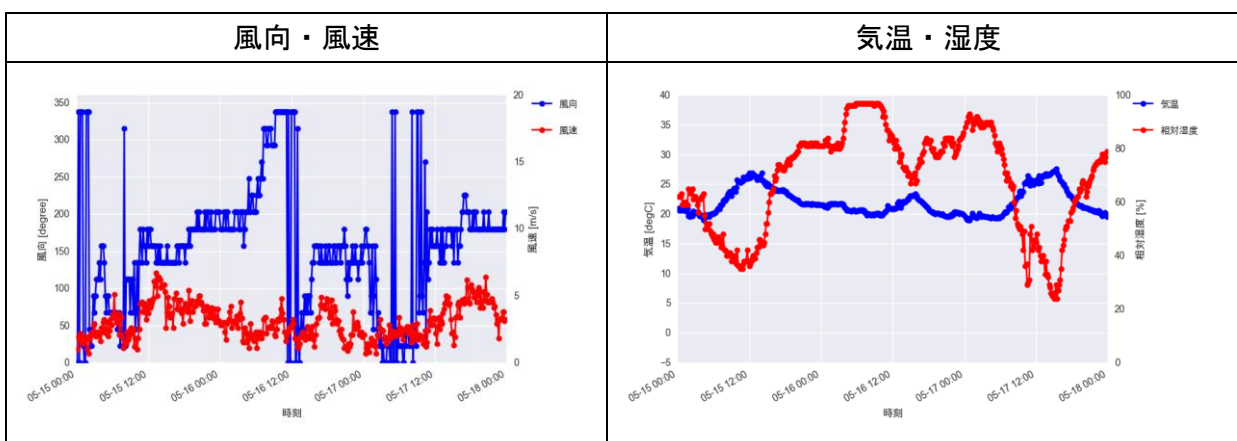


図 19 PM2.5 高濃度日整理表 (3/3)

4.2 高濃度イベントの類型化の手法及び結果

本節では、2013～2015 年度に発生した光化学オキシダント及び PM2.5 の全高濃度イベントの類型化を試みた。データとしては、各イベント時の、東京都内の全測定局における観測データ(光化学オキシダント:日最高 8 時間値、PM2.5:日平均値)を用いた。類型化の手法としては、高次元データの解釈に際してよく用いられる、主成分分析を採用した。その結果、光化学オキシダント及び PM2.5 のどちらについても、年度によらずに、次の 4 パターンに類型化された。

1. 全体的に濃度が高く、かつ、東側でより濃度が高い。
2. 全体的に濃度が高く、かつ、西側でより濃度が高い。
3. 全体的に濃度が低く、かつ、東側でより濃度が高い。
4. 全体的に濃度が低く、かつ、西側でより濃度が高い。

4.2.1 高濃度イベントの類型化の手法及び使用データ

i. 使用データ

2013～2015 年度の光化学オキシダント及び PM2.5 の各高濃度イベント時の、東京都内の全測定局における観測濃度データを使用した。なお、解析対象の高濃度イベントのうち、1 回でも欠測¹⁰のある測定局については、解析対象から除外した。観測値は、地点毎に平均濃度による中心化を行ったが、分散の規格化は行わなかった。

ii. 解析方法

1 つの高濃度イベント時の全測定局における観測値からなるデータは、測定局数の次元を持つ空間内の 1 点として表される。例えば、光化学オキシダントに関する高濃度イベントの場合、東京都内に 41 の測定局が存在するため、各イベントは 41 次元空間中の 1 点で表される。こうした高次元データを、そのままの状態で解釈することは困難である。このため、元のデータの持つ情報を可能な限り保持したまま、より低次元の空間内で表現することが必要となる。ここでは、こうした目的で用いられる多変量解析手法のうち、特によく用いられている主成分分析を採用した。

主成分分析では、最初に、高次元空間内のデータ点全体に対して、もっとも分散が大きくなる方向を求め、それを第 1 主成分とする。次に、第 1 主成分と垂直な方向のうち、分散が最も大きくなる方向を求め、それを第 2 主成分とする。以下、この手続きを、データの解釈に十分な数の主成分が得られるまで繰り返す。

主成分分析の結果は、バイプロットで表される。バイプロットの縦軸及び横軸は、主成分分析で得られた各主成分に対応する。日付は、主成分からなる空間内で表現された各高濃度イベントに対応する。また、測定局名が付された赤い矢印は、各測定局における濃度が、その方向に増加することを表す。よって、矢印の方向が似ている測定局は、濃度変動の傾向も似ていることになる。

¹⁰ 8 時間値の欠測が 1 日 (24 時間) のうち全時間欠測の場合のみ、当該日は算出対象としていない。

iii. 主成分分析結果

A) 光化学オキシダント

2013～2015 年度に発生した光化学オキシダントの高濃度イベント時の観測データ(日最高 8 時間値)に対して、主成分分析を行った結果、第 3 主成分までで累積寄与率 (データの持つ分散のうち、採用した主成分で説明される割合) が 90%以上となった(表 11)。以下では、累積寄与率が 90%近くを占める第 1 主成分、第 2 主成分について考察した。参考として、第 3 主成分の結果についても掲載する。

表 11 光化学オキシダントの高濃度イベントに関する主成分分析の結果

主成分	標準偏差	寄与率	累積寄与率
1	88.25	0.78	0.78
2	32.75	0.11	0.89
3	18.21	0.03	0.92
4	13.16	0.02	0.94
5	11.19	0.01	0.95

結果のバイプロットを、図 20 及び図 21 に示す。結果は、次のように解釈した。

- 第 1 主成分は、東京都の全体的な濃度の、相対的な高低を表すと考えられる。
 - 図 20 において、全ての矢印が横軸の正方向を向いていることから推定した。
- 第 2 主成分は、東京都の東西間の濃度差を表すと考えられる。
 - 図 21 において、東京都内の東側(港区台場、中央区晴海など)の測定局の矢印が横軸の正方向に、西側(青梅市東青梅、福生市本町など)の測定局の矢印が横軸の負方向に、それぞれ向いていることから推定した。

このことから、光化学オキシダントの高濃度イベントは、年度に依らず、次の 4 つに類型化できると考えられる。

1. 全体的に濃度が高く(第 1 主成分が正)、かつ、東側でより濃度が高い(第 2 主成分が正)。
2. 全体的に濃度が高く(第 1 主成分が正)、かつ、西側でより濃度が高い(第 2 主成分が負)。
3. 全体的に濃度が低く(第 1 主成分が負)、かつ、東側でより濃度が高い(第 2 主成分が正)。
4. 全体的に濃度が低く(第 1 主成分が負)、かつ、西側でより濃度が高い(第 2 主成分が負)。

これらの類型のうち、全体的に濃度が高い類型 1 及び 2 について例示する。類型 1 及び 2 となる決定要因について検討するため、各類型の特徴的なイベント 2 日間について、発生時の気象条件などをまとめた。

	類型 1 の特徴的なイベント	類型 2 の特徴的なイベント
ケース1	2013年8月10日 平均気温: 33.2°C 平均風向: 南南東 2.0 m/s 日照時間: 10.0 時間	2013年7月11日 平均気温: 30.3°C 平均風向: 南南東 2.4 m/s 日照時間: 10.9 時間
ケース2	2013年8月11日 平均気温: 32.9°C 平均風向: 北北西 2.2 m/s 日照時間: 8.0 時間	2013年7月12日 平均気温: 30.9°C 平均風向: 南南東 2.5 m/s 日照時間: 10.9 時間

上記4つのイベントに共通するのは、気温が高く、日照時間が長いことである。これらの要因により、光化学オキシダントが高濃度となったと考えられる。しかし、風向が一部異なる点を除けば、イベント44・45とイベント24・25とでは状況は似通っており、ここでは、類型1及び2を分ける要因の特定には至らなかった。

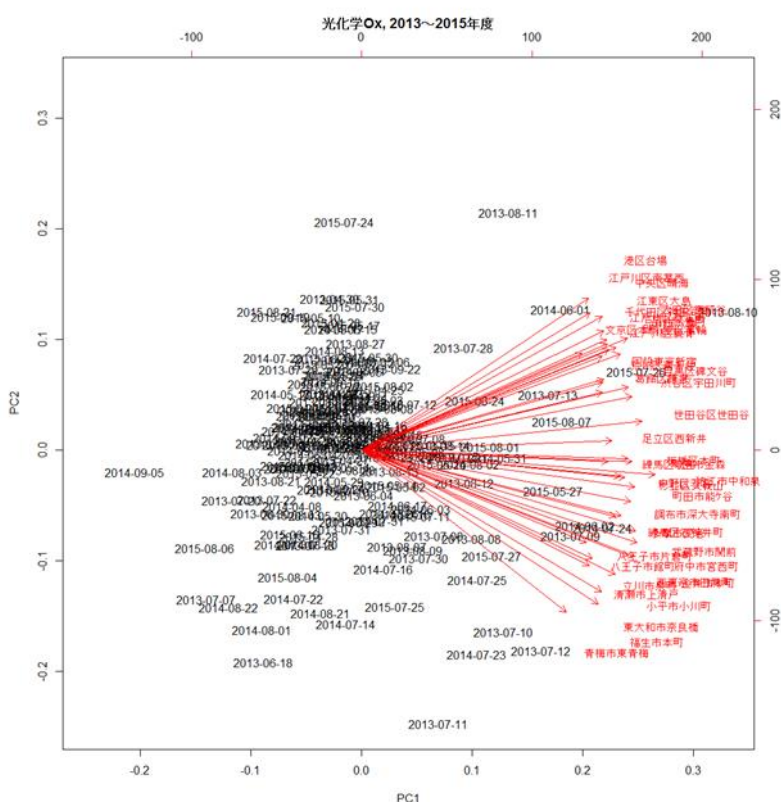


図 20 光化学オキシダントの高濃度イベントに関する主成分分析結果のパイプロット
(横軸: 第1主成分、縦軸: 第2主成分)

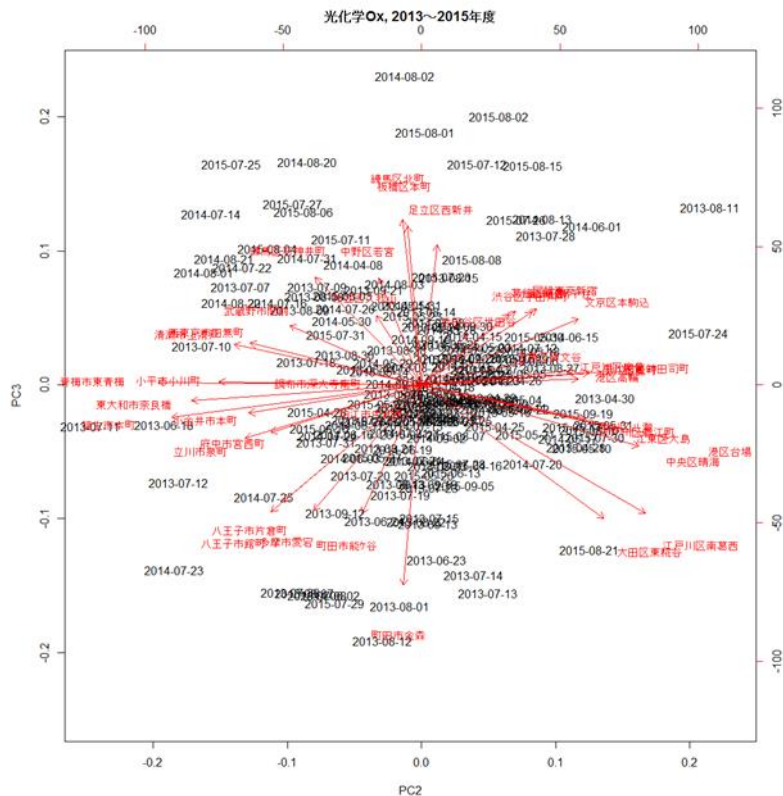


図 21 光化学オキシダントの高濃度イベントに関する主成分分析結果のバイプロット
(横軸: 第 2 主成分、縦軸: 第 3 主成分)

B) PM2.5

2013～2015 年度に発生した PM2.5 の高濃度イベント時の観測データ(日平均値)に対して、主成分分析を行った結果、第 3 主成分までで累積寄与率 (データの持つ分散のうち、採用した主成分で説明される割合) が 90%以上となった。以下では、累積寄与率が 90%近くを占める第 1 主成分、第 2 主成分について考察した。参考として、第 3 主成分の結果についても掲載する。

表 12 PM2.5 の高濃度イベントに関する主成分分析の結果

主成分	標準偏差	寄与率	累積寄与率
1	43.99	0.71	0.71
2	18.55	0.13	0.84
3	14.46	0.08	0.92
4	7.14	0.02	0.94
5	6.19	0.01	0.95

結果のバイプロットを、図 22 及び図 23 に示す。結果は、次のように解釈した。

- 第 1 主成分は、東京都の全体的な濃度の、相対的な高低を表すと考えられる。
 - 図 22 において、全ての矢印が横軸の正方向を向いていることから推定した。

- 第2主成分は、東京都の東西間の濃度差を表すと考えられる。
 - 図23において、東京都内の東側(江戸川区春江町、葛飾区鎌倉など)の測定局の矢印が横軸の正方向に、西側(福生市本町、東大和市奈良橋など)の測定局の矢印が横軸の負方向に、それぞれ向いていることから推定した。

このことから、PM2.5の高濃度イベントは、年度に依らず、次の4つに類型化できると考えられる。

1. 全体的に濃度が高く(第1主成分が正)、かつ、東側でより濃度が高い(第2主成分が正)。
2. 全体的に濃度が高く(第1主成分が正)、かつ、西側でより濃度が高い(第2主成分が負)。
3. 全体的に濃度が低く(第1主成分が負)、かつ、東側でより濃度が高い(第2主成分が正)。
4. 全体的に濃度が低く(第1主成分が負)、かつ、西側でより濃度が高い(第2主成分が負)。

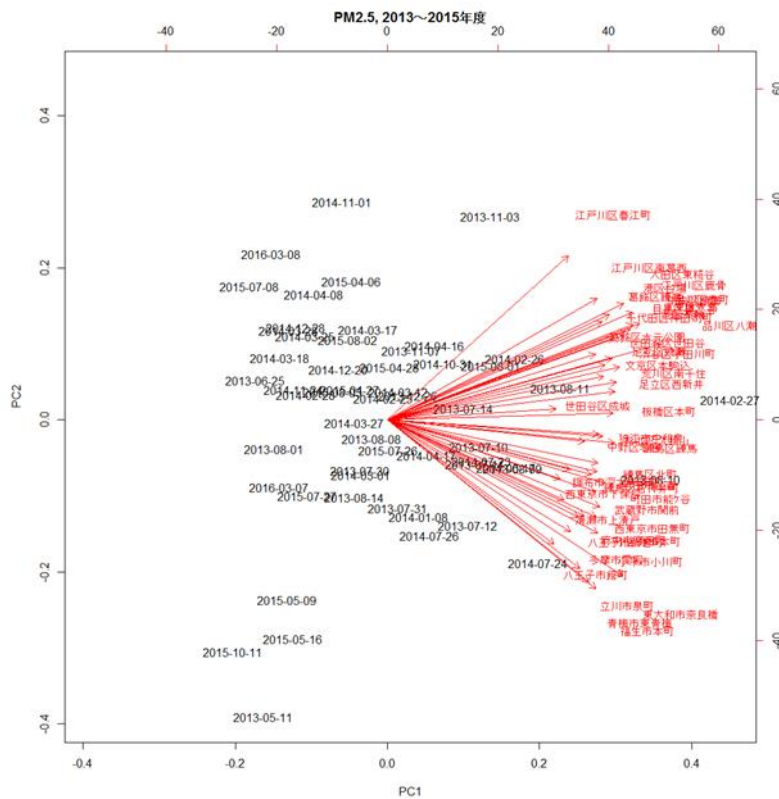


図22 PM2.5の高濃度イベントに関する主成分分析結果のパイプロット
(横軸:第1主成分、縦軸:第2主成分)

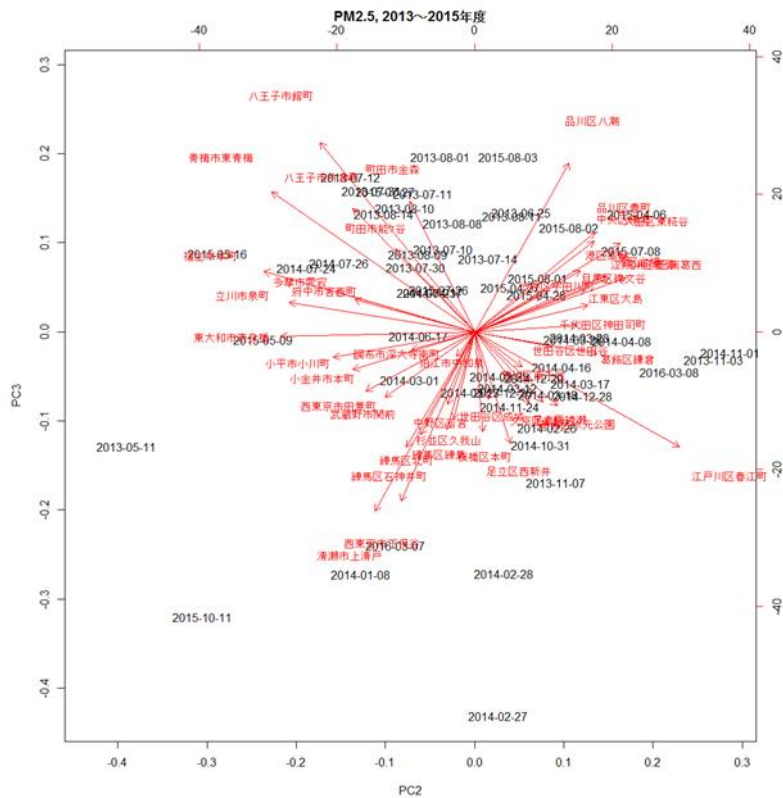


図 23 PM2.5 の高濃度イベントに関する主成分分析結果のバイプロット
(横軸: 第 2 主成分、縦軸: 第 3 主成分)

4.2.2 検討結果と課題について

本検討では、光化学オキシダント及び PM2.5 の各濃度を説明変数として、主成分分析を実施した。その結果、東京都内の濃度に関しては、年度によらず、4 パターンに類型化されたが各パターンの決定要因の特定には至らなかった。

今後の検討課題としては、以下の項目が挙げられる。

- 東京都以外のデータなども使用して、広域的な解析を実施する。
- PMF などレセプターモデルを活用して、高濃度日特有の発生源などを特定する。
- 気象条件や前駆物質などを入れた汚染物質濃度の回帰モデルを作成して、重要度解析を実施する。

5. 課題及び今後の展望

本資料では、関東域の大気汚染物質濃度のシミュレーションによる再現に適切なモデルの検討を実施し、2008 年度において基準計算と発生源寄与解析を実施した。また、2015 年度において同様の解析を行う予定であるが、本年度に実施した 2008 年度の解析を通じて得られた課題を踏まえて、今後の展望について記載する。

- ガス状物質では、濃度の傾向やピーク値などを概ね捉えられており、PM2.5では過去のシミュレーション結果と同様に有機物質など過小評価してしまう成分もあるが、本年度に実施した様に、観測値で補正を実施するなどの手法を適用することで、解釈には困らない程度に妥当な寄与割合も推計できていることから、今後も引き続きモデルの改善に努めていく必要があるものの、排出削減施策の検討において、対策効果の傾向を掴むなどの利用での活用が期待される。

一方で、今年度の検討を通じて抽出された課題として以下の様なものがあげられる。

- 本検討では成分測定が実施された各季節 2 週間においてのみ PM2.5 の発生源寄与推計を実施したが、2 週間ではその年の各季節の気象を代表しているとは言い難く、今後インベントリによる影響と気象による影響を分離できるような解析手法を考案していく必要がある。
- 現在の手法では、PM2.5 の観測値を用いて補正することで発生源寄与を示したが、観測値が十分揃っていない期間や、逆に非常にたくさんのデータが揃っておりより詳細な分析が可能な場合がある。今後、施策検討なども考慮して、補正係数の算出方法やレセプターモデルとの相互活用など、最終的な寄与割推計結果のために適切な手法を引き続き検討していく。