

地方公共団体における
シミュレーションモデルを活用した
光化学オキシダント対策の検討に関する調査研究

地方公共団体におけるシミュレーションモデルを活用した 光化学オキシダント対策の検討に関する調査研究

研究代表者：山村由貴
（福岡県保健環境研究所 環境科学部大気課 主任技師）

研究要旨

本研究では、汎用性のあるモデルによる大気汚染シミュレーションを用いた、福岡県を対象とした詳細な光化学オキシダントの予報システムを構築する。具体的には、越境汚染の寄与割合と排出量削減要請効果の試算を含む、光化学オキシダントの濃度予報と自動配信が可能なシステムを構築する。さらに、予測精度を高めるため、機械学習による誤差補正機能をシステム内に組み込む。

キーワード： シミュレーション、光化学オキシダント、予報システム、誤差補正

分担研究者

山本 重一（福岡県保健環境研究所環境科学部大気課 課長）
新谷 俊二（福岡県保健環境研究所管理部企画情報管理課 専門研究員）
熊谷 博史（福岡県保健環境研究所管理部企画情報管理課 課長）
濱村 研吾（福岡県保健環境研究所環境科学部 部長）
城山 宗一郎（福岡県環境部環境保全課大気係 主任主事）
丸林 啓太（福岡県環境部環境保全課大気係 係長）
菅田 誠治（国立研究開発法人国立環境研究所地域環境保全領域大気モデリング研究室 室長）

1 研究目的

本研究の目的は、「越境汚染の寄与割合と排出量削減要請効果の試算を含む、光化学オキシダントの濃度予報と自動配信が可能なシステムを構築し、県民の健康被害を低減すること」であり、そのために「機械学習による誤差補正機能をシステム内に組み込み、予測精度を高めること」である。

2 研究対象及び方法

2. 1. 予測システムの構築

福岡県内の光化学オキシダントを対象とし、気象モデル WRF と大気質モデル CMAQ を用いて、3 日先までの濃度予測計算を毎日自動で行うシステムを構築した。詳細な設定等は、2. 1. 1 に示す通りである。

2. 1. 1. 計算条件

計算に使用したモデルおよび計算設定を表 2.1、排出量データを表 2.2 に示す。排出量データのうち、REAS version 2 は 2008 年の排出量が最終年であることから、近年の濃度変化を反映させるため、先行研究に基づいて中国からの SO₂ 排出量を 60%、NO_x 排出量を 40%、

韓国からの SO₂ 排出量を 40%削減して使用した。計算領域を図 2.1 に示す。水平解像度および計算領域は、国立環境研究所が開発した大気汚染予測システム（VENUS）を参考に、福岡県を高解像度で計算すること、越境汚染の影響評価に有効な五島・壱岐・対馬を D03 に入れること、全ての計算が翌朝 9 時までに完了できること等を考慮して設定した。

表 2.1 計算設定

モデル	WRF Version 3.9.1.1 (気象) CMAQ Version 5.0.2 (大気質)
水平解像度	45 km× 45 km (D01:東アジア) 15 km× 15 km (D02:西日本) 5 km × 5 km (D03:北部九州)
鉛直層数	39 (~100 hPa)
地理データ	USGS GTOPO30 (Altitude) USGS 25 Category (Land Use Category)
気象データ	NCEP GFS (0.25× 0.25°)

表 2.2 排出量データ

東アジア人為起源(日本を除く)	Regional Emission inventory in Asia (REAS) version 2
国内人為起源 (自動車・船舶を除く)	EAGrid2010-Japan
国内船舶	OPRF's Ship Emission inventory
国内自動車	JATOP Emission Inventory -Data Base 2011 Automobile Source (JEI-DB2011-AS)
植物起源 VOC	Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature (MEGAN) version2.04
火山	気象庁火山活動報告資料を参考に、九州に与える影響の大きい阿蘇・桜島・諏訪之瀬島・西之島の SO ₂ 噴出量を考慮

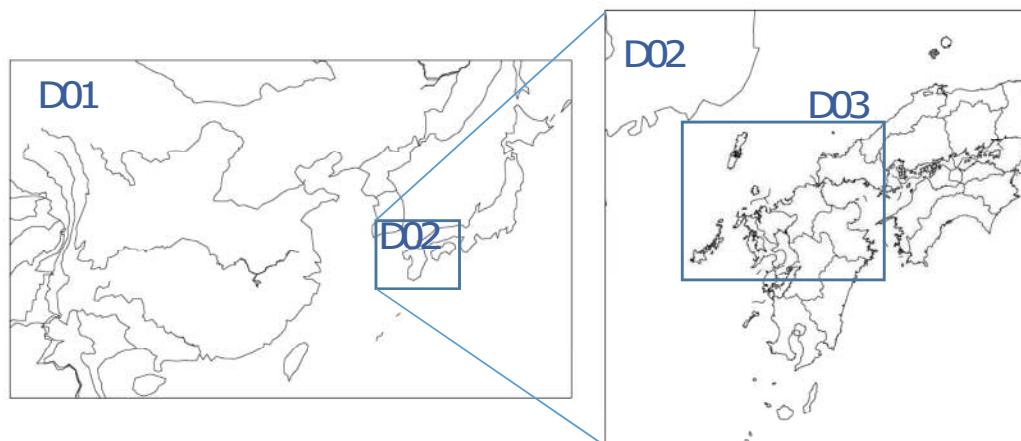


図 2.1 計算領域

計算は、1 回の予測において、全排出量を含む通常の計算（以下、通常計算）、国外人為起源排出量を含まない計算（以下、国外ゼロ計算）、福岡県内の人為起源 NO_x、VOC を 20%削減した計算（以下、排出量削減効果の試算）の 3 ケースを行うこととした。通常計算、国外ゼロ計算は D01～D03、排出量削減効果の試算は D03 のみ実行する。

国外ゼロ計算は、通常計算と国外ゼロ計算との差分をとることで、越境汚染の寄与濃度（以下、越境寄与濃度）を概算するため実行するものである。また、排出量削減効果の試算の削減量 20%は、福岡県の「光化学オキシダント（光化学スモッグ）に係る緊急時対策基本要綱」に定められた、基準測定点のオキシダント 1 時間値が 0.12ppm 以上となり、かつ、気象条件からみて当該大気汚染の状態が継続すると認められたときに実施する措置「主要ばい煙排出者に対し、原則として通常燃料使用量の 20%削減をするよう、また、VOC 排出者に対して通常 VOC 排出（使用）量よりも削減するよう協力を要請する」に基づいて設定した。なお、排出量削減は当日要請を受けてから実施されるため、排出量削減効果の試算についても、初期条件（計算前日の濃度）は通常計算の結果を使用し、計算期間（当日～3 日先）のみ、NO_x、VOC を削減した排出量データを用いて計算する設定とした。

2. 1. 2. 計算結果の共有

計算の結果は、オキシダントを含む数十種類の大气汚染物質の 1 時間毎の濃度情報を含んだファイルとして出力される。本システムでは、このファイルを図 2.2 に示すようなオキシダント濃度のコンターマップに加工し、pdf ファイルとして保健環境研究所と県庁担当部署（環境保全課）が共有可能なフォルダへ保存する。

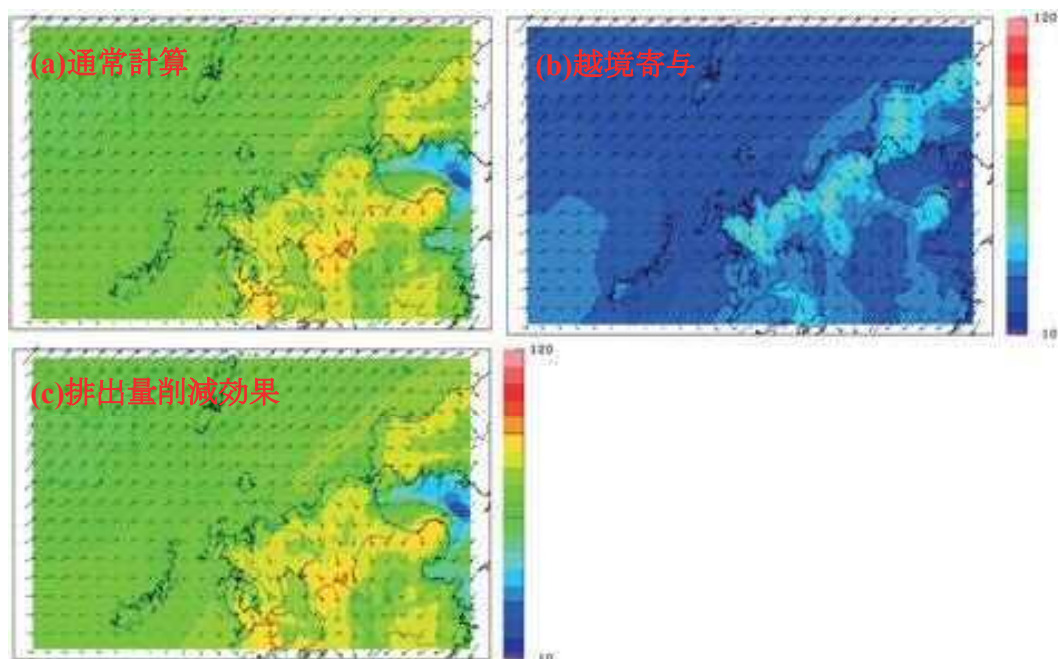


図 2.2 コンターマップ出力例

(a)通常計算 (b)越境寄与濃度 (c) 排出量削減効果の試算

通常計算による濃度予測結果については、オキシダント注意報発令区域や保健福祉環境事務所の管轄エリアを参照し、福岡県内を北九州・福岡・筑豊・筑後の 4 地域に分け（図 2.3(a)）、0~6、6~12、12~18、18~24 時の 4 つの時間区分に対して、各地域の最高濃度（1 時間値）を算出する。この計算結果はエクセルファイルとして出力すると共に、担当職員のアドレスへ自動で送信される（図 2.3(b)）。なお、図 2.3(b)中の”地域名_Warn”の列は、注意報発令基準となる濃度 120ppb を超えると予測された場合に○が記載される。

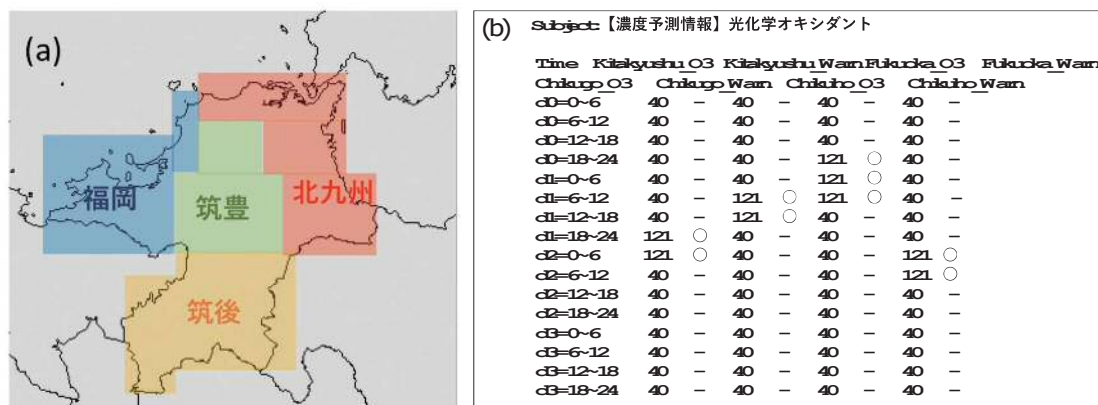


図 2.3 (a)福岡県内の地域区分概要 (b)メール送信内容（例）

2. 1. 3. 計算の流れ

主な計算の流れは以下のとおりである。なお、以下の過程はシステム上で全て自動化されており、予測日当日の朝に完了するよう毎日自動で実行されるスケジュールとなっている。

- ① 気象データのダウンロードを開始。（予測日前日の 17:00 頃）
- ② ダウンロード終了後、WRF による気象計算を実施。
- ③ WRF で計算した気象データを、CMAQ の計算に合わせた形式へ変換。
- ④ ③で変換した気象計算結果を入力データとして植物起源揮発性有機化合物（BVOC）の推計モデル MEGAN を実行し、BVOC 排出量を計算。MEGAN 計算結果と他の排出量データを結合し、計算対象期間・エリアに合わせた排出量データを作成。
このとき、排出量データは、④全排出量を含むデータ（通常計算用）、⑤外国人為起源排出量を含まないデータ（国外ゼロ計算用）、⑥福岡県内の人為起源 NO_x、VOC を 20%削減したデータ（排出量削減効果の試算用）の 3 ケース分を作成する。
（①～④は予測日前日 24 時まで完了。⑤以降は予測日 0:15 から開始する。）
- ⑤ 気象データと排出量データから CMAQ の計算を実行し、大気汚染物質濃度を算出。
④の排出量データと同様、3 ケースの計算を実施する。なお、初期条件には前日の計算結果を使用する。
- ⑥ 計算結果をコンターマップに加工し、画像ファイル形式で保存。福岡県内の各地域・時間区分の最高濃度（1 時間値）を出力し、エクセル形式で保存。
- ⑦ エクセルファイルの内容を、登録メールアドレスへ送信。
- ⑧ 画像ファイル、エクセルファイルを共有フォルダへアップロード。
（⑤～⑧は予測日 9:00 頃までに完了。）

2. 2. 誤差傾向の把握

誤差を算出するためには、WRF/CMAQ による計算結果とアメダス局や大気環境測定局での観測結果を比較する必要がある。そのため、各アメダス局・大気環境測定局に対応する計算格子を特定、気象・オキシダント濃度データを抽出し、各データおよび観測と計算の誤差を、統計解析等が可能な表形式へ編集するプログラム（以下、編集プログラム）を作成した。編集プログラムの実行内容を以下に示す。なお、アメダス局・大気環境測定局の局名・緯度経度情報（以下、アメダス局（大気環境測定局）情報）、計算値との比較に使用する気象やオキシダント濃度観測データ（以下、気象（オキシダント）観測データ）は、事前にエクセルデータとして整理した。

- ① 計算格子と大気環境測定局情報の緯度経度を照合し、各局に対応する計算格子を特定。
- ② 計算結果から、①で特定した計算格子のオキシダント濃度データを抽出・観測データと比較。
- ③ 日時、大気環境測定局名、該当するエリア（北九州・福岡・筑豊・筑後）、緯度経度、オキシダント濃度の計算値、観測値、誤差（計算値－観測値）、誤差率（（計算値－観測値）/観測値）を表形式で記録。
- ④ 計算格子とアメダス局情報の緯度経度を照合し、各局に対応する計算格子を特定。
- ⑤ 計算結果から、④で特定した計算格子の気象データを抽出。観測データと比較し、誤差率を算出。

⑥ アメダス局・大気環境測定局情報の緯度経度を比較し、各大気環境測定局に最も近いアメダス局を特定。各大気環境測定局の最近傍アメダス局を、“大気環境測定局の気象”として定義し、③の表に追記。

⑦ ⑥で定義したアメダス局の気象計算値・観測値・誤差・誤差率を、③の表に追記。

①～⑦の処理により、各測定局格子点について、日時・大気環境測定局名・該当エリア・緯度経度・最近傍アメダス局・気象データ・オキシダント濃度データを各列とした、図 2.4 のような表が作成される。以下、データ個数を示すときは、表の 1 行を 1 件のデータと定義する。この定義では、1 件のデータには、年月日・大気環境測定局名・該当地域・緯度経度・最近傍アメダス局・気象データ・オキシダント濃度情報が含まれることとなる。

日時			位置情報					気象計算値	気象観測値	気象誤差率	オキシダント					
月	日	時	緯度	経度	測定局名	該当地域	最近傍アメダス局	気温(計算)	...	気温(観測)	...	気温誤差率	...	O ₃ 濃度(観測)	O ₃ 濃度(計算)	O ₃ 誤差率

図 2.4 編集プログラムによって出力される表の概要図

作成した表から適宜必要となるデータを抽出し、統計的な手法であるヒストグラム・多次元尺度構成法・平行座標プロットにより、誤差の系統把握を行った。

3 研究成果

3. 1 予測システム

2. 1で構築したシステムにより、福岡県内の地域ごとのオキシダント高濃度の有無を、事前に把握することが可能になった。オキシダント濃度が 120ppb を超えると予測された場合は、行政と連携し、該当地域の県民に対して福岡県 LINE で高濃度情報を配信することとした（図 3.1）。



図 3.1 LINE 配信画面イメージ

また、福岡県では越境汚染の影響が大きい場合には、工場等への排ガス削減要請を行わないこととしている。この越境汚染の影響を判断する資料の 1 つとして、予測システムから得られる越境寄与濃度を活用することとした。

CMAQ では、オキシダントのみでなく、SO₂ や NO₂、SO₄²⁻粒子等、様々な化学物質の濃

度も同時に計算・出力される。①2022 年 12 月に福岡市及びその周辺の広域で発生した異臭発生事例では SO_2 、②2023 年 1 月に発生した高濃度 $\text{PM}_{2.5}$ 事例では $\text{PM}_{2.5}$ （微小粒子状 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 NH_4^+ 、EC、OC の和を $\text{PM}_{2.5}$ として概算した）の予測結果を活用し、濃度予測や要因解明を行った。詳細を以下に示す。なお、得られた解析結果は、知事定例記者会見の説明資料として提供し、国立環境研と地方環境研とのⅡ型共同研究「光化学オキシダント等の変動要因解析を通じた地域大気汚染対策提言の試み」（2023-2025 年度実施）メーリングリストを通じて、他自治体と共有した。

①2022 年 12 月 21 日午前 7 時頃、福岡市内で「硫黄のような臭いがする」との通報が相次いだ。この時、福岡市内にある測定局の SO_2 時間値濃度は、最大で 0.023ppm まで上昇していた。 SO_2 濃度が上昇する要因としては、もっとも典型的な例として火山が考えられる。ただし、 SO_2 の刺激臭が感知されるのは 0.3-1.4 ppm であることから、臭いの原因は SO_2 だけではなく H_2S 等も含まれ、 SO_2 と同様に火山から噴出された可能性が高いと考えられた。CMAQ には H_2S 等が含まれていないため、 SO_2 と H_2S 等が類似する挙動をしたと仮定し、 SO_2 の解析を行った。CMAQ による SO_2 計算結果の水平分布図を図 3.2(a1)(a2)(a3)、桜島付近と福岡市付近を含む同一経度（図 3.2(a1)の赤線）に沿った断面図を図 3.2(b1)(b2)(b3)に示す。図 3.2(b1)(b2)(b3)から、桜島から噴出した SO_2 が高度を下げながら北上し、異臭通報が多く寄せられた 21 日午前に、福岡市付近で地上に到達していた可能性が示唆された。

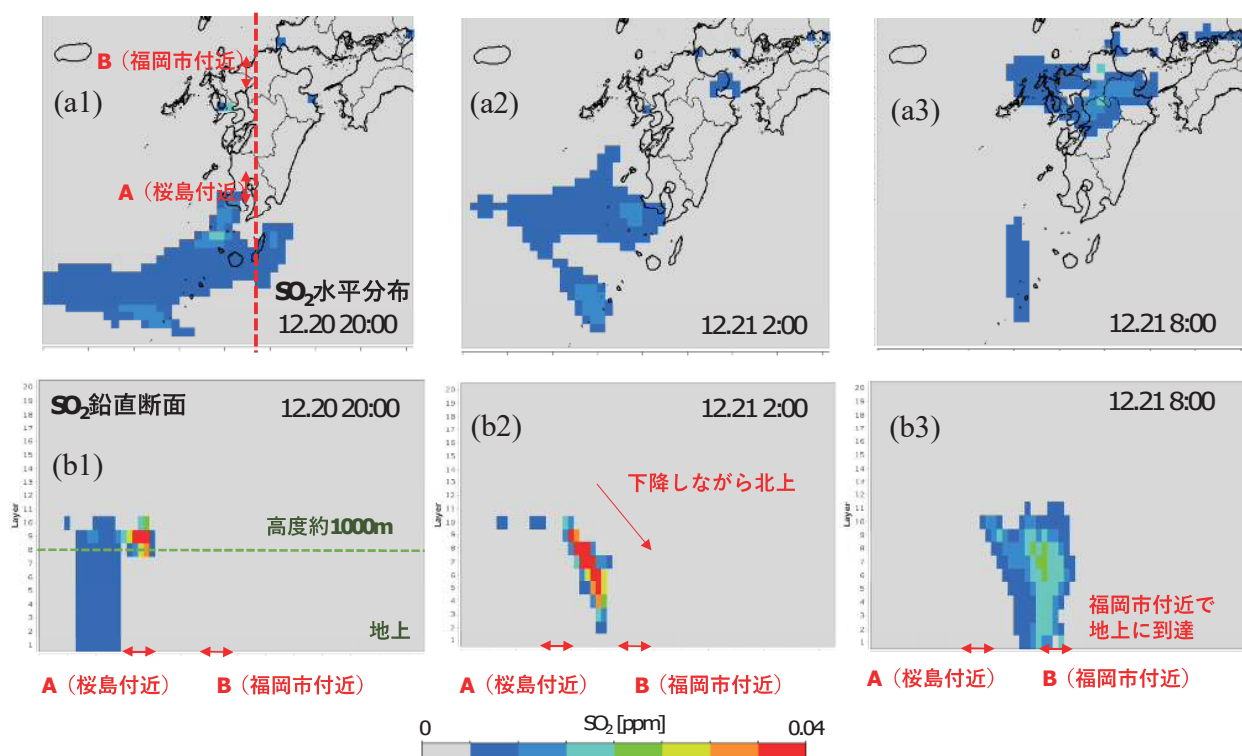


図 3.2 SO_2 濃度分布
(a1)(a2)(a3)水平分布 (b1)(b2)(b3)鉛直断面

②2023年1月5日～7日にかけて、九州・山口各県で $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える高濃度の $\text{PM}_{2.5}$ が観測され、福岡県内では霧のように霞んだ状態となっていた（図 3.3）。この高濃度の $\text{PM}_{2.5}$ を事前に予測し、オキシダントの場合と同様に、福岡県 LINE で高濃度情報を配信した。この時の予測結果を図 3.4(a)に示す。さらに、越境寄与濃度の予測結果（図 3.4(b)）から、高濃度の主な要因は越境汚染であったことが示唆された。



図 3.3 福岡県太宰府市の様子
(1月6日 10:00 福岡県保健環境研究所屋上から撮影)

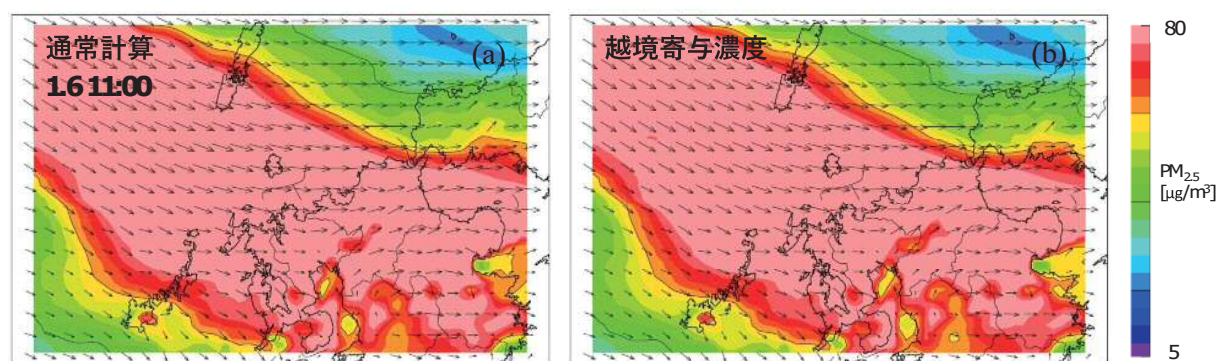


図 3.4 $\text{PM}_{2.5}$ 濃度予測結果（1月6日 11時）
(a)通常計算 (b)越境寄与濃度

3. 2 誤差傾向の把握

2. 2 の処理を行った結果、385,440 件のデータが得られた。このうち、オキシダント濃度の誤差率が-0.3 以下（計算値が実濃度の 3 割以上過小評価）、0.3 以上（計算値が実濃度の 3 割以上過大評価）のデータについて、それぞれヒストグラム・多次元尺度構成法・平行座標プロットによる統計解析を行った結果、データの特徴を捉えることができた。各解析の詳細を以下に示す。

3. 2. 1 ヒストグラム

ヒストグラムにより、オキシダント濃度の誤差率が-0.3 以下、0.3 以上のデータについて、それぞれオキシダント濃度範囲、時刻及び月（季節）の分布図を作成し、特徴を調べた。

オキシダント濃度を横軸、データ件数を縦軸としたヒストグラムを図 3.5 に示す。図 3.5 から、誤差率が-0.3 以下のデータは 40ppb 付近を中心として 80ppb 以上にも分布しているが、誤差率が 0.3 以上のデータは 15ppb 付近を中心として、最大でも 60ppb 程度までしか分布していないことが分かる。すなわち、過小評価の方が過大評価よりも高い濃度範囲で起きていることが分かった。

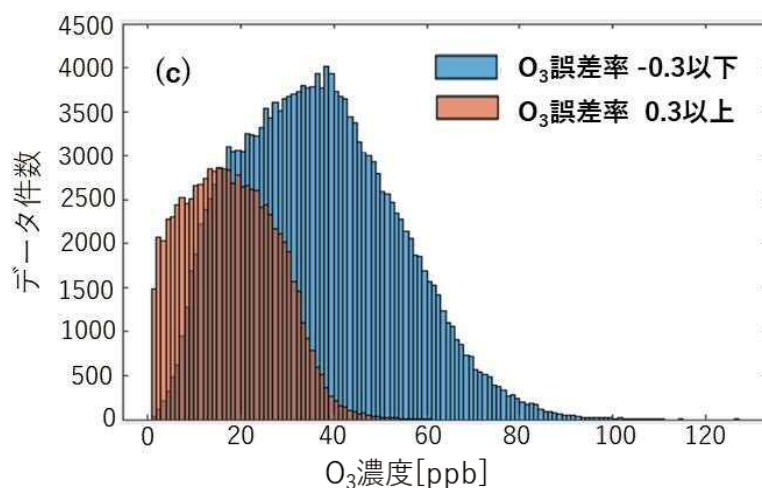


図 3.5 オキシダント濃度ヒストグラム（青：誤差率-0.3 以下 橙：誤差率 0.3 以上）

次に、時刻を横軸、データ件数を縦軸としたヒストグラムを図 3.6 に示す。図 3.6(a)(b)(c) から、過小評価は夜間～朝に多く、過大評価は日中に多かったことが分かる。また、誤差率が-0.3 以下のデータのうち、オキシダント濃度が 80ppb 以上のものを抽出したヒストグラムを図 3.6(d)に示す。図 3.6(d)は、図 3.6(a)より夜間～明け方に多い特徴が顕著になっている。すなわち、高濃度の見逃しは、主に夜間～明け方に多かったことが分かった。

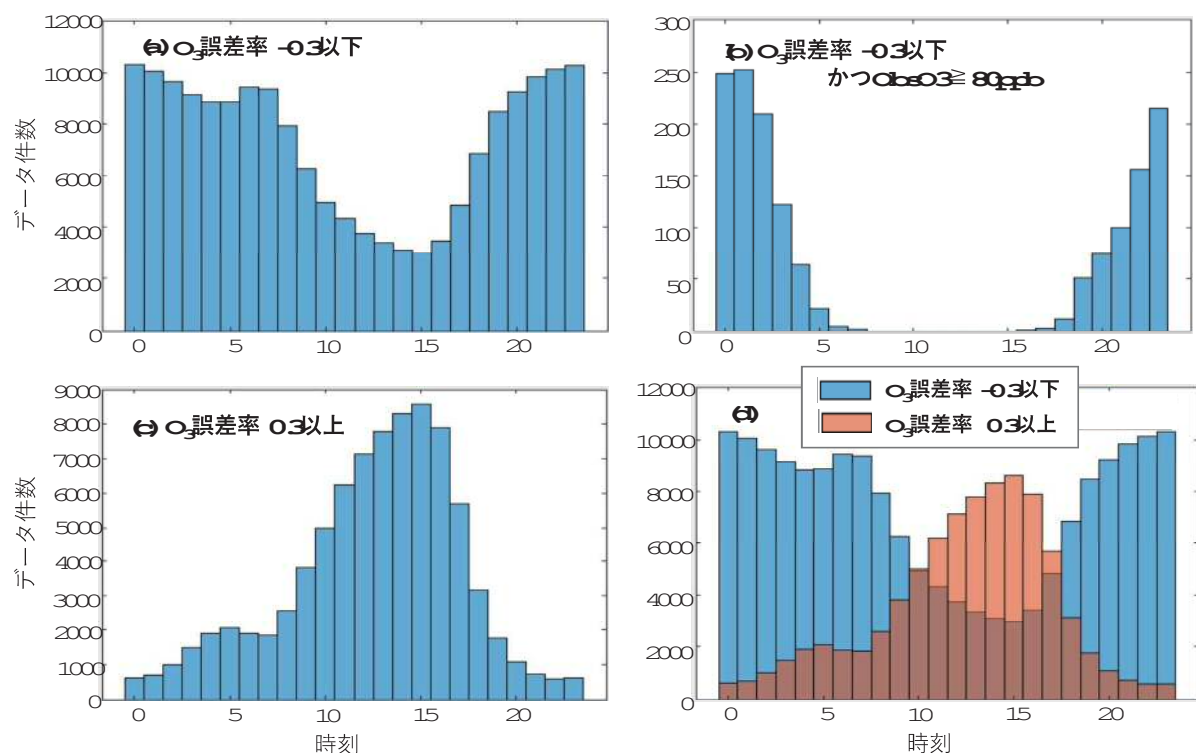


図 3.6 時刻(0~23 時)ヒストグラム
 (a)誤差率-0.3 以下 (b)誤差率-0.3 以下かつオキシダント濃度 80ppb 以上
 (c)誤差率 0.3 以上 (d)(a)と(c)の比較

月を横軸、データ件数を縦軸としたヒストグラムを図 3.7 に示す。図 3.7(a)(b)(c)から、過小評価は秋～春、過大評価は夏に多かったことが分かる。さらに、誤差率が-0.3 以下のデータのうち、オキシダント濃度が 80ppb 以上のものを抽出すると、図 3.7(b)に示すように、4~6 月の春～初夏に件数が多いことが分かる。これは、4~6 月の福岡は越境汚染の影響を受けることが多いため、オキシダントが高濃度になりやすいことに起因すると考えられた。

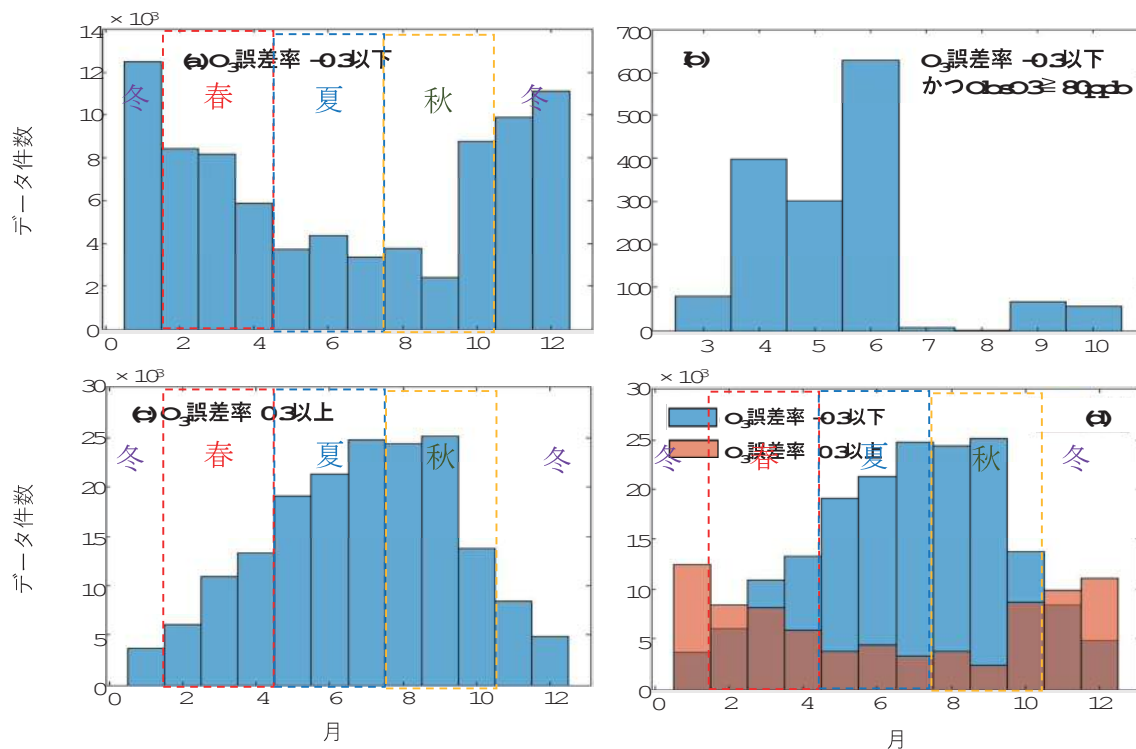


図 3.7 月(1~12 月)ヒストグラム
(a)誤差率-0.3 以下 (b)誤差率-0.3 以下かつオキシダント濃度 80ppb 以上
(c)誤差率 0.3 以上 (d)(a)と(c)の比較

3. 2. 2 多次元尺度構成法*

多変量解析の手法の一つである多次元尺度構成法により、オキシダント誤差率に関係性が近い、すなわちオキシダント予測濃度の誤差に与える影響が大きいデータ項目を調べた。

まず、オキシダント濃度の誤差率が-0.3 以下のデータについて、多次元尺度構成法による解析を行った。オキシダント濃度誤差率 (Error Rate O3) と各気象データの誤差率 (気温: Error Rate Temp、風向: Error Rate WDIR、風速: Error Rate WSPD、降水量: Error Rate Prec)、地域 (Kitakyushu、Fukuoka、Chikugo、Chikuho) との関係性を可視化したものを図 3.8 に示す。距離が近いほど、要素間に強い関係があることを示す。図 3.8 から、オキシダント濃度誤差率と近い関係にあるのは、降水量と気温の誤差率であることが分かった。さらに、データをオキシダント濃度範囲 (80ppb 以上 ($O3 > 80$)、60ppb 以上 80ppb 未満 ($60 < O3 < 80$)、60ppb 未満 ($O3 < 60$)) に分け、気象の誤差率との関係性を可視化したものを図 3.9 に示す。図 3.9 から、オキシダント濃度が高くなるほど、気温誤差率との相関が強くなることが分かった。同様に、オキシダント濃度誤差率 (Error Rate O3) と各気象データの計算値 (気温: Mdl Temp、風向: Mdl WDIR、風速: Mdl WSPD、降水量: Mdl Prec)、地域との関係性を可視化したものを図 3.10 に示す。図 3.10 から、オキシダント濃度誤差率と近い関係にあるのは、風速と降水量であることが分かった。さらに、データを上記のオキシダント濃度範囲と気象の計算値との関係性を可視化したものを図 3.11 に示す。図 3.11 から、オキシダント濃度が高くなるほど、オキシダント濃度誤差率と降水量との相

関が強くなることが分かった。

※多次元尺度構成法：データ同士の類似性や違いを距離という概念を用いて表現する方法

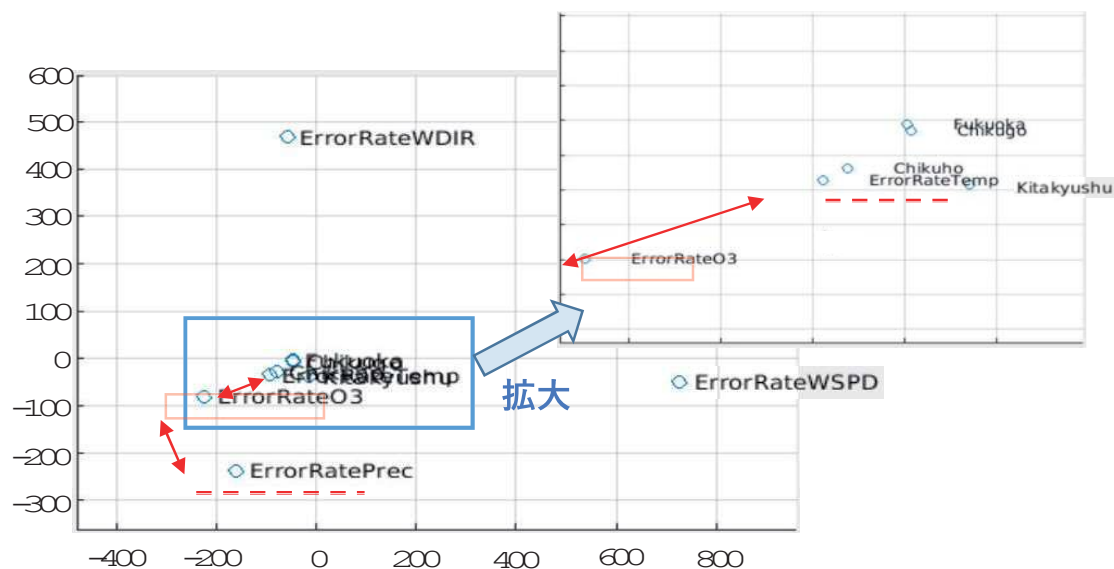


図 3.8 オキシダント濃度誤差率と気象誤差率、地域との関係性
(オキシダント濃度誤差率が-0.3 以下のデータを対象)

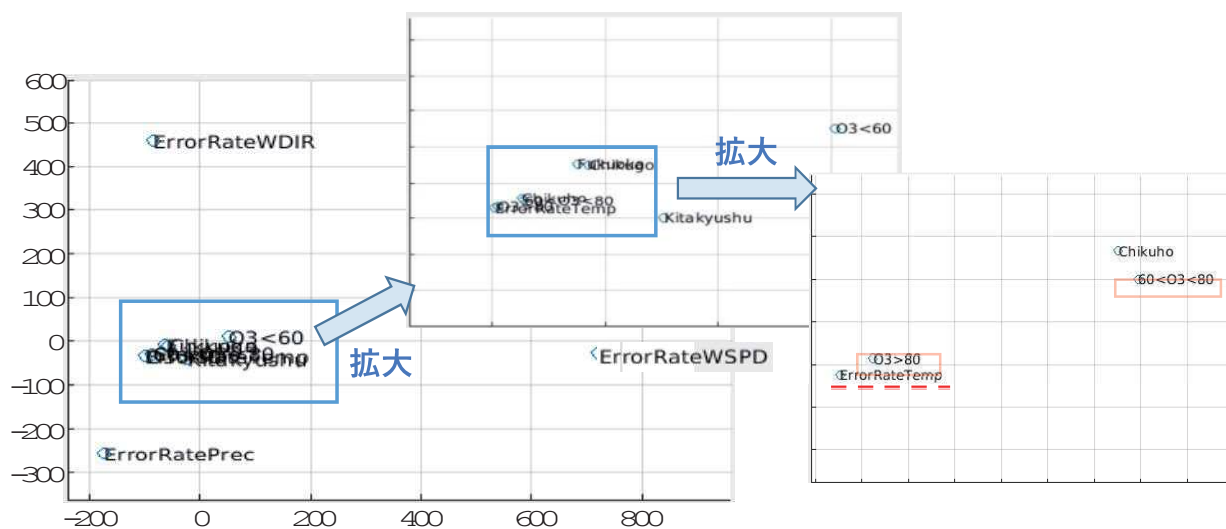


図 3.9 オキシダント濃度範囲と気象誤差率、地域との関係性
(オキシダント濃度誤差率が-0.3 以下のデータを対象)

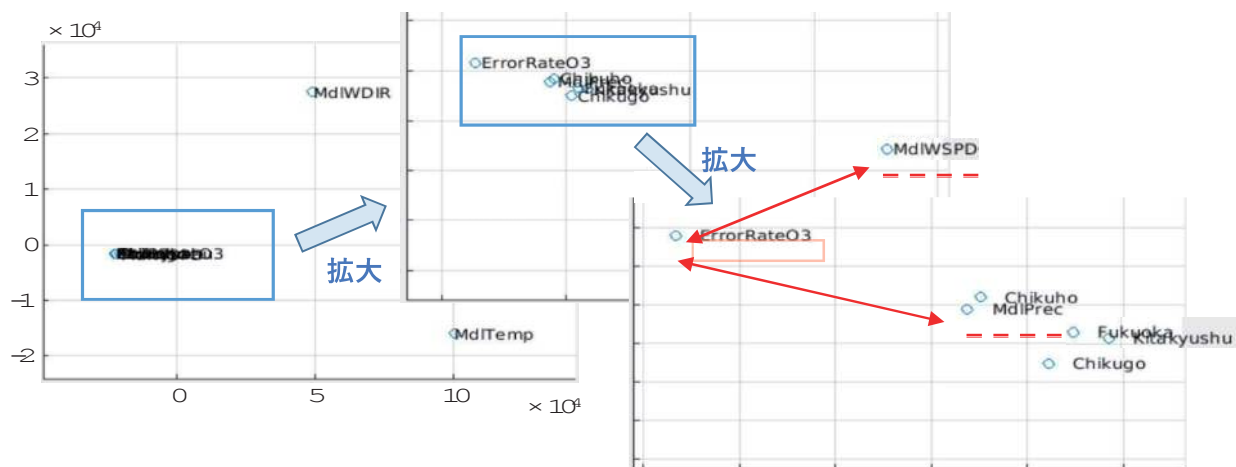


図 3.10 オキシダント濃度誤差率と気象計算値、地域との関係性
(オキシダント濃度誤差率が-0.3 以下のデータを対象)

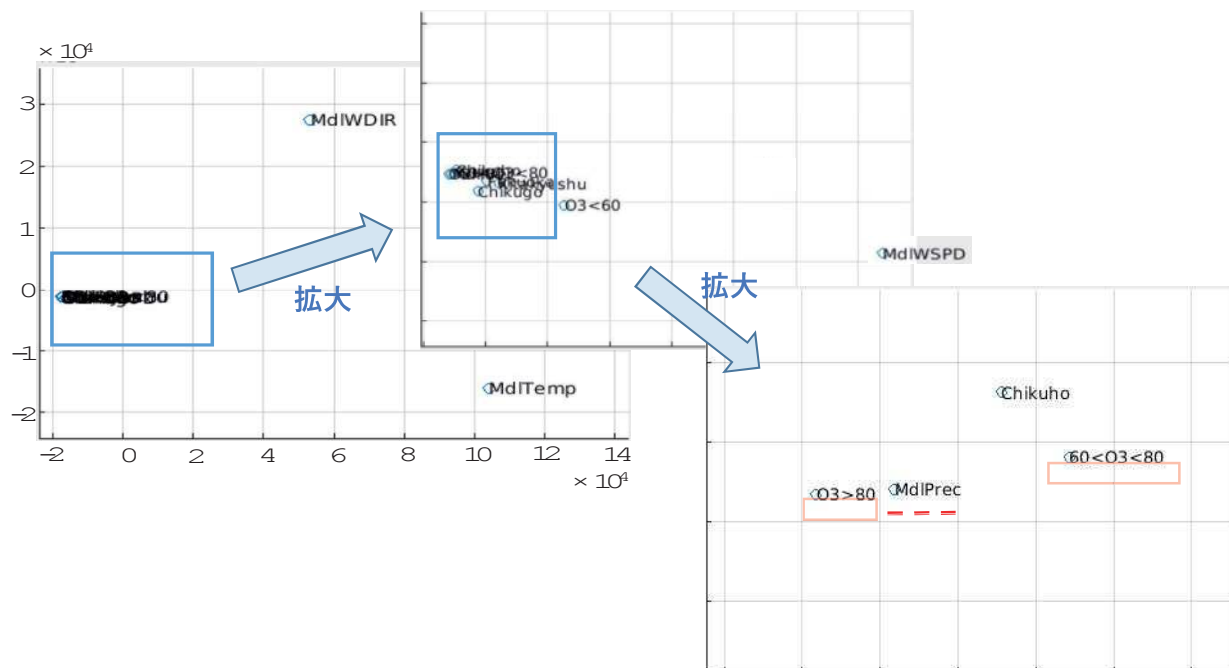


図 3.11 オキシダント濃度と気象計算値、地域との関係性
(オキシダント濃度誤差率が-0.3 以下のデータを対象)

次に、オキシダント濃度の誤差率が 0.3 以上のデータについて解析を行った。オキシダント濃度誤差率と各気象データの誤差率との関係性を可視化したものを図 3.12 に示す。図 3.12 からは、オキシダント濃度誤差率と近い関係にある要素は見出せなかった。また、オキシダント濃度誤差率と各気象データの計算値との関係性を可視化したものを図 3.13 に示す。図 3.13 から、オキシダント濃度誤差率と近い関係にあるのは、過小評価の場合と同様に、風速と降水量であることが分かった。

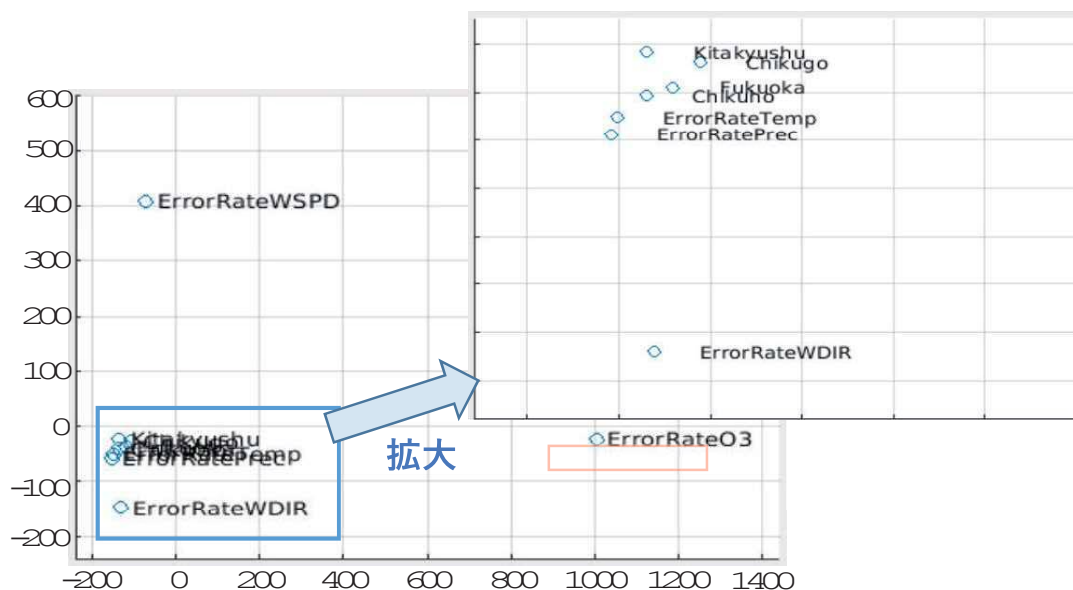


図 3.12 オキシダント濃度誤差率と気象誤差率、地域との関係性
(オキシダント濃度誤差率が 0.3 以上のデータを対象)

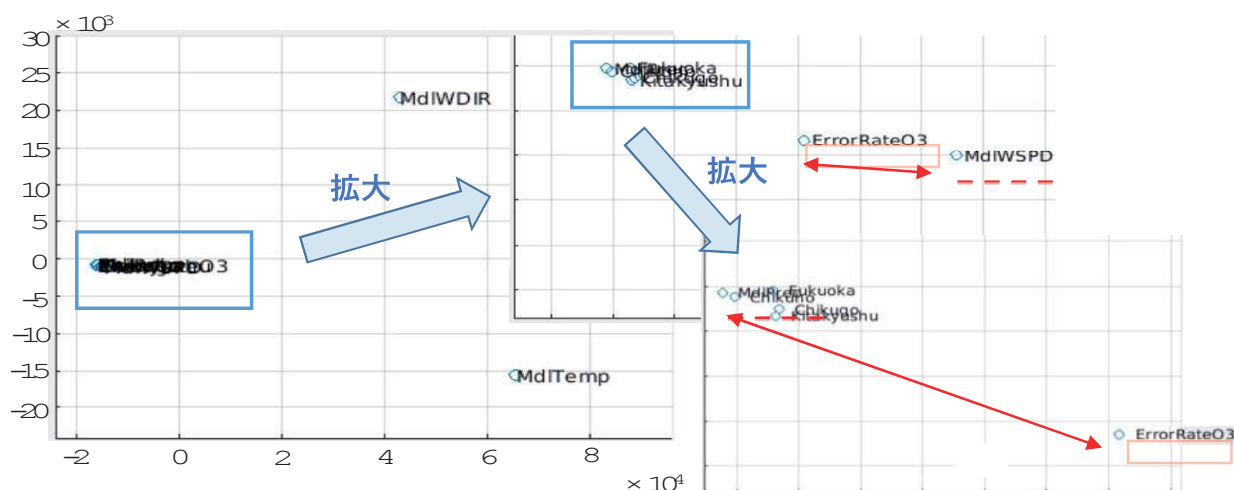


図 3.13 オキシダント濃度誤差率と気象計算値、地域との関係性
(オキシダント濃度誤差率が 0.3 以上のデータを対象)

3. 2. 3 平行座標プロット

多次元尺度構成法の結果から、オキシダント濃度誤差率と近い関係にあると判定した気温、降水量、風速及び風向の誤差率、また、気温、降水量、風速及び風向の計算値について、平行座標プロットにより、要素間の関係性を視覚化した。

オキシダント濃度の誤差率が-0.3 以下のデータについて、各気象データの誤差率の特徴および要素間の関係性を、平行座標プロットによって可視化したものを図 3.14 に示す。縦軸は誤差率であり、1 に近いほど誤差が大きいことを表す。また、オキシダント濃度範囲ごとに 3 段階に色分けを行っている。図 3.14 から、各要素を比べると、いずれのオキシダ

ント濃度範囲においても、気温の誤差率が比較的大きく、降水量・風速・風向の誤差率はややばらつきはあるものの、比較的小さいことが分かる。

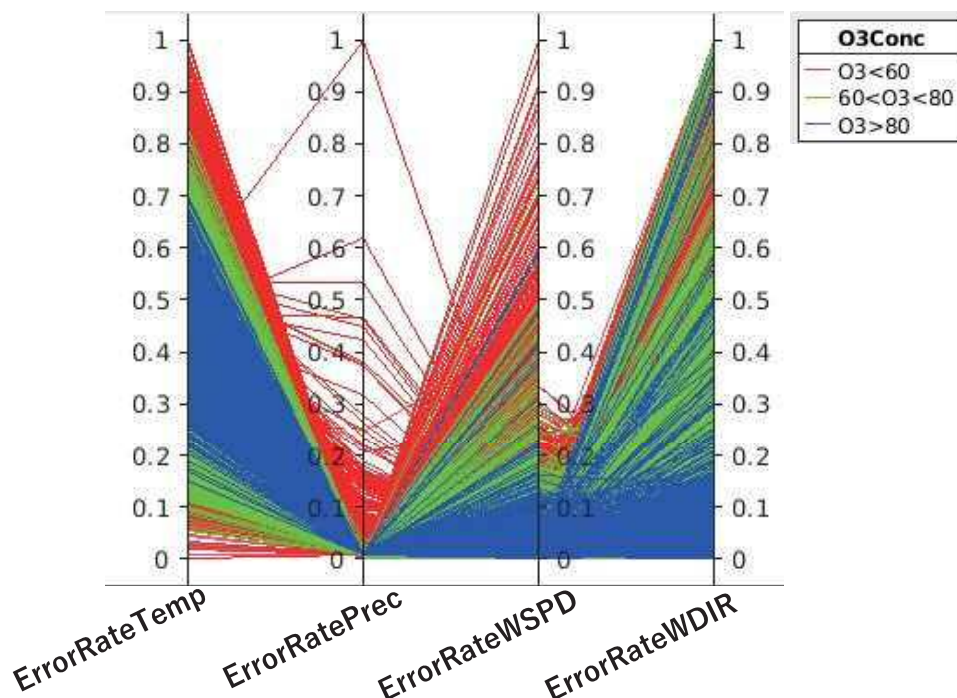


図 3.14 気象データ誤差率の平行座標プロット

同様に、気象の計算データを平行座標プロットによって可視化したものを図 3.15 に示す。図 3.15 の縦軸は各要素の単位を表し、気温 (MdlTmp) は[K]、降水量 (MdlPrec) は[mm]、風速 (MdlWSPD) は[m/s]、風向 (MdlWDIR) は $0\sim 360^{\circ}$ で表された方位を規格化したものとなっている。図 3.15 から、気温はオキシダント濃度が高くなるほどばらつきは小さくなり、80ppb 以上のデータは $280\sim 300$ [K] に分布していた。これは、80ppb を超える月が 4~6 月に集中していたことに起因すると考えられる。降水量は、60ppb 未満のデータではばらつきが大きい、60ppb 以上のデータでは 0 に近づいていることが分かる。これは、オキシダント濃度が高まるのは、気温が高く降水量が 0 に近い、つまり晴れた日射の強い日が多いためと考えられる。風速は、オキシダント濃度が高いほど弱くなる特徴がみられた。風向はばらつきが大きく、明確な特徴は見られなかった。

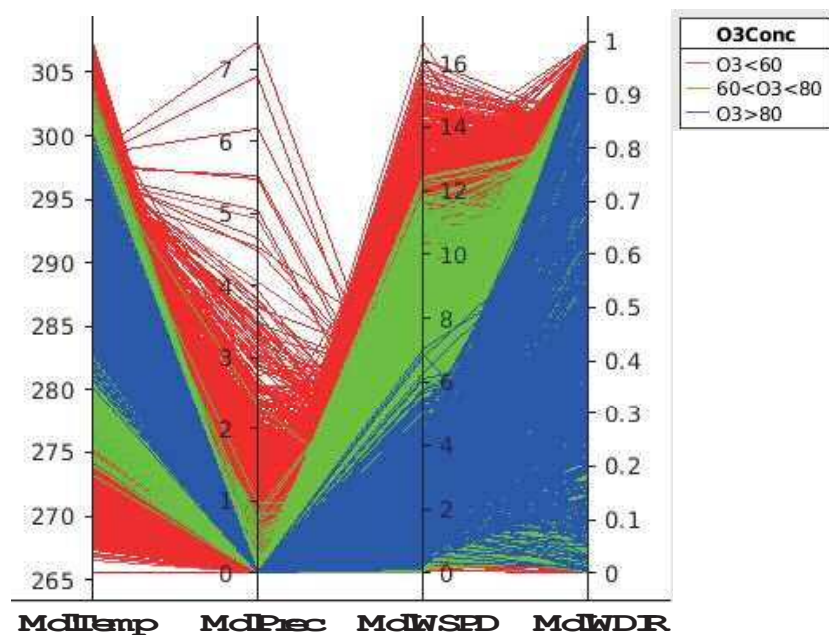


図 3.15 気象データの平行座標プロット

4 考察（統計解析のまとめ）

以上のヒストグラム・多次元尺度構成法・平行座標プロットによる解析から、下記の特徴が明らかになった。

オキシダント濃度の誤差率が-0.3 以下（計算値が実濃度の 3 割以上過小評価）のデータ群

- ・オキシダント濃度は 40ppb をピークに 0~120ppb 程度まで分布。
- ・秋から春の夜間から朝にかけて多い。特に、オキシダント濃度が 80ppb 以上の場合は春の夜間から早朝に多い。
- ・オキシダント濃度の誤差率と関係が強い要素は、気温と降水量の誤差率、降水量と風速の計算値。オキシダント濃度が高いほど、関係性は強くなる傾向があった。
- ・気温の誤差率は、降水量・風速・風向に比べて大きい。
- ・オキシダント濃度が高いほど降水量は 0 に近く、風速は小さい。

オキシダント濃度の誤差率が 0.3 以上（計算値が実濃度の 3 割以上過大評価）のデータ群

- ・オキシダント濃度は 20ppb をピークに 0~60ppb 程度まで分布。
- ・夏の日中に多い。
- ・オキシダント濃度の誤差率と関係が強い要素は、降水量と風速。

これらの結果と編集プログラムで抽出・編集したデータを組み合わせることで、図 3.16 のように、データの特徴毎にいくつかの群に分け、オキシダント濃度の誤差を目的変数、気象やオキシダント濃度等を説明変数に設定して機械学習させる方針とした。これにより、説明変数から目的変数の予測を行う、すなわち気象やオキシダント濃度等の予測結果から、発生し得るオキシダント濃度誤差の予測を行うことが可能になると考えられる。異なる特

データ群① オキシダント濃度誤差率 ≤ -0.3 かつオキシダント濃度 $\geq 80\mu g/L$

日時			位置情報					気象計算値		オキシダント	
月	日	時	緯度	経度	測定局名	該当地域	最近傍アメダス局	気温(計算)	...	O ₃ 濃度(計算)	O ₃ 誤差率

説明変数 目的変数

データ群② オキシダント濃度誤差率 ≤ -0.3 かつオキシダント濃度 $< 80\mu g/L$

月	日	時	緯度	経度	測定局名	該当地域	最近傍アメダス局	気温(計算)	...	O ₃ 濃度(計算)	O ₃ 誤差率

データ群③ オキシダント濃度誤差率 ≥ 0.3

月	日	時	緯度	経度	測定局名	該当地域	最近傍アメダス局	気温(計算)	...	O ₃ 濃度(計算)	O ₃ 誤差率

⋮

説明変数・目的変数を設定し、データ群ごとに機械学習
 → 説明変数から目的変数を推測

予測データ

日時			位置情報					気象計算値		オキシダント	
月	日	時	緯度	経度	測定局名	該当地域	最近傍アメダス局	気温(計算)	...	O ₃ 濃度(計算)	O ₃ 誤差率
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	?

説明変数 目的変数

予測データから抽出して変数へ代入

予測データの説明変数と、過去データによる学習結果から推測
 = 起こり得る誤差率を推測

5 結論

-17-

環境事務所と予測結果を共有するとともに、福岡県の光化学オキシダント監視体制及び緊急時対応で行動の判断材料として活用されている。また、高濃度が予測された場合には、福岡県公式 LINE により県民へ情報を配信することで、健康被害防止に活用している。さらに、2022 年 12 月の広域異臭発生事例や 2023 年 1 月の PM_{2.5} 高濃度事例で示されたように、本システムはオキシダント以外の大気汚染物質に対しても、濃度予測や原因解明等に活用することが可能である。

また、計算結果に対して、各アメダス局・大気環境測定局に対応する計算格子を特定、気象・オキシダント濃度データを抽出し、各データおよび観測と計算の誤差を、統計解析等が可能な表形式へ編集するプログラムを作成した。この編集プログラムを用いて、2021 年を対象としてデータを整理し、統計手法であるヒストグラム・多次元尺度構成法・平行座標プロットによる解析を行った結果、3 割以上の過大評価・過小評価が起きたデータは、オキシダント濃度・季節・時間帯・気温・降水量・風速の特徴をもとに、複数のデータ群として分けることができた。これらのデータ群について、オキシダント濃度の誤差を目的変数、気象やオキシダント濃度等を説明変数に設定して機械学習させることで、説明変数から目的変数の予測を行う、すなわち気象やオキシダント濃度等の予測結果から、発生し得るオキシダント濃度誤差の予測を行うことが可能となる。さらに、この誤差の予測結果から、オキシダント濃度予測値の補正を行うことが可能となる。機械学習を行う際、本研究で抽出した、特徴をもつそれぞれのデータ群に対して学習をさせることで、全てのデータを一律学習させるよりも学習精度が上がるのが期待される。オキシダント誤差率と関係性の強かった気温や降水量、風速の寄与を強めることも、学習精度の向上につながると考えられる。

6 次年度以降の計画（課題）

今回は令和3年のデータを使用した。誤差の補正精度を向上するためには、さらなるデータの追加によって、より多くの特徴を捉えることが不可欠である。ここで構築した編集プログラムは、計算・観測データ項目の増加や年度の追加、または削除、修正も対応が可能である。令和5年度は、精度向上に有効となるデータを追加し、統計解析、機械学習を行っていく。

本調査研究に関する学会及び論文発表等

【学会発表】

- 1) 山村由貴. 福岡県における大気シミュレーションの活用について. 日韓海峡沿岸環境技術交流協議会第 2 回実務者会議. ホテルニューオータニ佐賀. 2022 年 7 月 29 日
- 2) 山村由貴. 大気シミュレーションモデルを用いた PM_{2.5}、光化学オキシダントの解析事例および高濃度予測. 九州衛生環境技術協議会. WEB開催. 2022 年 10 月 13 日

【論文発表】

- 1) 山村由貴. 大気シミュレーションモデルによる県独自予測情報の配信等. 令和 4 年度環境白書. 2022 年 12 月. 52 頁