

機械学習を用いた

移動測定局における光化学オキシダント濃度の予測

Prediction of photochemical oxidant concentrations at mobile air quality monitoring stations using machine learning

小川 武 大熊 一也 天野 直哉 佐久間 隆 太田 耕右*¹ 三沢 松子
Takeshi OGAWA, Kazunari OOKUMA, Naoya AMANO, Takashi SAKUMA, Kohsuke OHTA,
Matsuko MISAWA

県民への早急な光化学オキシダント注意報・警報の発令のための濃度予測手法の確立が必要であり、ピンポイントな地点における7日後以降の濃度を予測する手法として本研究では、AI（人工知能）技術の一種である機械学習（ディープラーニング）を試みた。連続的な実測データが十分でない場合の例として、移動車による多賀城市及び七ヶ浜町のOx測定値及び近隣に位置する常時監視測定局（塩釜局）のOx測定値を基に作成した拡張データを学習させ、両地点の7日後のOx濃度（1時間値）を予測した結果、両地点の測定期間の実測値と予測値の相関係数は、多賀城市で0.843（四半期ごとでは0.818～0.883）、七ヶ浜町で0.907（四半期ごとでは0.874～0.915）と高い精度が得られた。

キーワード：大気汚染常時監視；光化学オキシダント予測；ディープラーニング；再帰型ニューラルネットワーク；拡張データ

Key words : Air pollution monitoring; Predictoin of photochemical; Deep learning ;Recurrent neural network; Data augmentation

1 はじめに

光化学オキシダント（以下、「Ox」）は代表的な大気汚染物質の一つであり、いわゆる光化学スモッグの原因とされる。Oxは強い酸化力を持ち、高濃度になると眼や喉への刺激、呼吸器への影響を及ぼすほか、農作物等への影響も懸念されている。このため、高濃度警報等の早急な発令に備え、Ox濃度予測手法の確立が必要であると考えられる。しかし、一般的に利用されているVENUSやSPRINTARSでは、6日後までの広い地域における面的な予測が限界とされている。

一方、宮城県では、平成29年度から大気環境移動測定車（以下、「移動車」）を用いて、固定局のない多賀城市及び七ヶ浜町においても測定を実施しているが、測定期間は1年のうち4週間に限られている（表1）。

表1 大気環境移動測定車による測定期間

	2017年度	2018年度	2019年度
多賀城	6/6～6/12	6/19～6/25	6/20～6/26
	7/21～7/27	8/14～8/20	9/13～9/19
	10/20～10/26	10/11～10/17	11/12～11/18
	1/26～2/1	2/13～2/19	2/11～2/17
七ヶ浜	6/30～7/6	5/25～5/31	6/12～6/18
	7/13～7/19	8/23～8/29	9/21～9/27
	10/12～10/18	10/19～10/25	11/20～11/26
	2/15～2/21	2/21～2/27	2/19～2/25

本研究では、取得可能なデータ量が限られる地点における大気汚染物質濃度の予測を目的とし、前報¹⁾の

PM_{2.5}濃度につき、機械学習（ディープラーニング）を用いて多賀城市及び七ヶ浜町における7日後のOx濃度（1時間値）の予測を試みた。



図1 多賀城市、七ヶ浜町及びその周辺測定局の位置関係

2 予測方法

予測地点は、図1における2地点（多賀城、七ヶ浜）とした。教師データとしては、表1に示す期間の移動車実測値及び近隣の塩釜局のOx濃度のほか、移動車で測定していない期間については、塩釜局のOx濃度と多賀城又は七ヶ浜の移動車でのOx実測値との回帰式を求め、その回帰式から算出した拡張データを使用し、独自に改良した再帰的ニューラルネットワーク（RNN）によりモデルを構築²⁾した。

移動車による測定期間（表1）のうち、教師データに使用した2017及び2018年度の測定期間において、周辺局のうち塩釜局のOx濃度と、多賀城及び七ヶ浜にお

*1 現 東部保健福祉事務所登米地域事務所

ける O_x 濃度との回帰式 ($y=ax+b$) を下記のとおり求めた。(図 2, 3)

$$O_x(\text{多賀城}) = 0.9733 \times O_x(\text{塩釜}) - 0.0987$$

$$O_x(\text{七ヶ浜}) = 0.9894 \times O_x(\text{塩釜}) - 0.8241$$

x : 塩釜局の O_x 濃度,

y : 多賀城または七ヶ浜における O_x 濃度

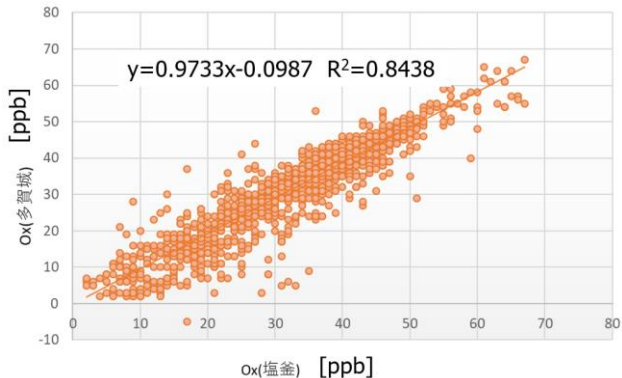


図 2 2017～2018 年度の測定期間における塩釜局 O_x と多賀城 O_x の関係

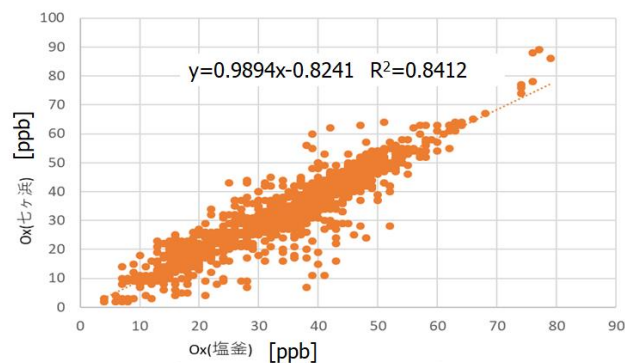


図 3 2017～2018 年度の測定期間における塩釜局 O_x と七ヶ浜 O_x の関係

多賀城及び七ヶ浜のデータを用いてそれぞれ得られた回帰式を用いて、移動車による測定が行われなかった期間における両地点の O_x 濃度を算出し、拡張データとした。

予測精度の評価には、表 1 に示した 2019 年度の期間に移動車で測定された O_x データを使用した。予測対象は 1 週間 (168 時間) 後の O_x 濃度とし、168 時間前～現在までの連続データを用いて予測した。

3 結果・考察

予測値と実測値の比較を図 4 に、相関係数を表 2 に示す。

多賀城及び七ヶ浜の両地点において、予測値と実測値の相関係数 r が 0.8 以上の精度の良い結果が得られ、固定局のない地域や取得可能なデータ量が限られる地点においても、地理的に近い地点のデータを基に拡張データを作成し、教師データとして用いることにより、実測値に近い精度で予測し、再現できることが確認された。

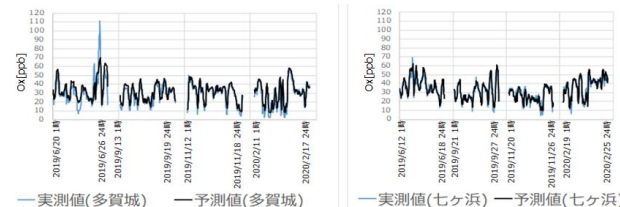


図 4 予測値と実測値の時系列表示

表 2 2019 年度の多賀城及び七ヶ浜の予測値と実測値の相関係数 r の比較

相関係数 r	2019年6月	2019年9月	2019年11月	2020年2月	2019年度
多賀城	0.821	0.818	0.883	0.858	0.843
七ヶ浜	0.874	0.915	0.908	0.876	0.907

相関係数での比較では、多賀城よりも七ヶ浜の方がや精度の高い結果となった。この理由としては、既報¹⁾で $PM_{2.5}$ の予測を行った場合の結果と同様に、図 5 に示すとおり 2017～2019 年度において多賀城では西寄りの風、七ヶ浜では北寄りの風の頻度が高かったことから、風による塩釜局からの O_x の移動の影響が多賀城よりも七ヶ浜の方が大きかったためと推察される。

風向頻度(多賀城)



風向頻度(七ヶ浜)

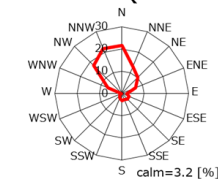


図 5 移動車の測定期間における、多賀城及び七ヶ浜の風向頻度と塩釜、多賀城及び七ヶ浜の位置

4 まとめ

本研究では、多賀城及び七ヶ浜における 7 日後の O_x 濃度の予測を試みたところ、両地点ともに予測値と実測値の相関係数に精度の良い結果が得られた。

O_x 濃度の予測においては $PM_{2.5}$ 濃度の予測と同様に、固定局のない地域や取得可能なデータ量が限られる地点においても、地理的に近い地点のデータを基に拡張データを作成し、教師データとして用いることにより、実測値に近い精度で予測し、再現できることが確認された。

5 参考文献

- 1) 太田ら, 宮城県保健環境センター年報, 2021
- 2) 太田ら, 第61回大気環境学会年会, 2020, O-L-009