

機械学習を用いた光化学オキシダント注意報発令に関する検討

鶴丸 央

【要約】プログラム言語である Python を用いた機械学習を実施し、翌日の光化学オキシダント濃度の予測を試みた。2017 年 7 月 8 日に都内の一般環境大気測定局である武蔵野市関前局で観測された光化学オキシダント注意報発令基準値を超過したオキシダント濃度を予測するため、2017 年 7 月 7 日までを学習期間とした機械学習を行った。また、異なる測定項目や測定地点数、学習期間を用いて予測したデータを実際の観測結果と比較し、最も高い予測精度を示す計算条件を検証した。機械学習による計算では光化学オキシダント注意報発令基準値を超過するオキシダント濃度は算出されなかった。また、最も実測の値と近い計算結果は関前局から半径 5 km 以内のデータを用い、学習期間は最も短い 1 年間のものであったことから、単純なパラメータや学習期間の増加は機械学習の精度向上にはつながらないことが明らかになった。

【目的】

環境基準値が定められている光化学オキシダントは、一時間値が 0.12 ppm を超過し、気象条件からみてその状態が継続すると認められる場合に光化学オキシダント注意報が発令される。この従来の方法では発令基準が経験重視で不明瞭である他、実際に発令基準値を超過しないと発令しないことや、どれだけの期間継続するかは分からないことから、外出等の対応に支障をきたす恐れがある。そこで本研究では、これまで蓄積されてきた常時監視測定局のデータを活用し、機械学習を用いることで光化学オキシダント注意報の発令基準値超過時刻と注意報継続時間を機械的なパターン分析を利用して予測することを目的とする。

【方法】

武蔵野市関前局は都内の一般環境大気測定局のうち、光化学オキシダント注意報発令基準値である O₃ 濃度 0.12 ppm を超過する期間が 2009 年度から 2019 年度までの 10 年間で 141 時間観測された最大の地点であり、高いオキシダント濃度の挙動を学習するには最適である。関前局で 190 ppb を超えるオキシダント濃度が観測された 2017 年 7 月 8 日をターゲット日と設定し、前日までの期間を学習期間とすることでオキシダント濃度の予測を試みた (図 1)。常時監視測定局で観測された大気汚染物質及び気象成分のデータを測定局毎に取得し、プログラム言語である Python を用いて作成した機械学習のプログラムに導入した。用いたデータは東京都内の測定局 29 局で測定された一酸化炭素 (CO)、非メタン炭化水素 (NMHC)、一酸化窒素 (NO)、窒素酸化物 (NO_x)、オゾン (O₃)、日射量、気温、風速の 2009 年 4 月 1 日から 2019 年 3 月 31 日までの 10 年分とした。機械学習を実施する際には関前局のオキシダント濃度を 24 時間前倒しにし、他のパラメータとの重回帰分析を用いることで学習を実施した。また、効率的な学習条件について検討するために、導入する測定項目数や測定局数、学習期間を変更し計算値と測定値との誤差を算出した。学習条件は、地点については関前局のみ、関前局から半径 5 km を採用した近隣区間、東京都内の測定局全体の 3 種に分類した。測定項目については O₃ のみと O₃ を含む測定項目全体の 2 種に分類した。学習期間は 1 年、2 年、4 年及び 8 年の 4 種に分類した。

【結果の概要】

各学習条件で算出したオキシダント濃度の予測値と、実測の値を図 2 に示す。ターゲット日の翌日である 2017 年 7 月 9 日の挙動は予測値と実測値がよく一致しているが、ターゲット日である 2017 年 7 月 8 日の光化学オキシダント注意報発令基準値を超える高濃度はどの学習条件でも算出できていない。予測精度について平均絶対誤差 (MAE 値) を用いて評価した結果を表 1 に示す。表 1 の項目の色は図 2 の凡例と対応している。また、各学習条件における MAE 値について、値が小さい (精度が高い) ほど濃い赤のセルで示している。MAE 値は全体的には計算項目が多く学習期間が長いほど小さくなる傾向を示すが、最も小さな値を示したのは測定地点を関前局の近隣に限定し、全測定項目を使用し、学習期間が最も短い 1 年の学習条件であった。このことから、パラメータや学習期間の単純な増加は機械学習の精度向上にはつながらないことが明らかになった。

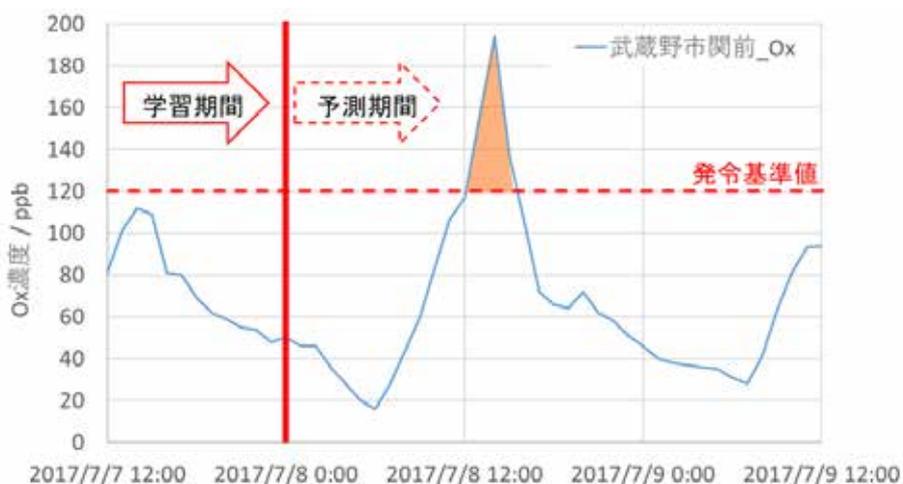


図1 武蔵野市関前局で観測されたオキシダント濃度
2017年7月7日までを学習期間とし、翌日に発生した高濃度オキシダント濃度を予測する

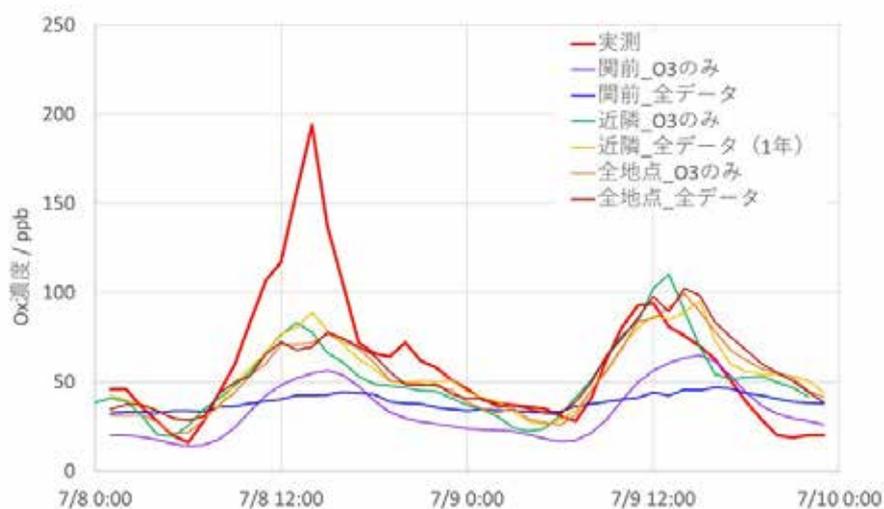


図2 実測されたオキシダント濃度と、異なる条件で予測したオキシダント濃度
どの条件における予測もターゲット日の光化学オキシダント注意報発令基準値を超過しなかった。

表1 各学習条件で予測したオキシダント濃度と実測値との平均絶対誤差 (MAE 値)

MAE値	1年	2年	4年	8年
関前_O3のみ	25.00	32.29	26.20	28.23
関前_全データ	29.45	28.25	26.69	27.77
近隣_O3のみ	19.17	19.13	19.49	19.57
近隣_全データ	17.29	17.49	18.05	18.63
東京_O3のみ	20.23	19.43	19.00	19.09
東京_全データ	20.09	20.40	19.16	18.67

項目の色は図2の凡例と対応している。データ採用区間を関前局から半径5kmにある測定局のものに限り、学習期間が最も短い1年での結果が最もMAE値が小さくなったことから、単純なデータ件数及び学習期間の増加が機械学習の精度の向上につながるわけではないことが明らかになった。