

光化学オキシダント高濃度予測手法の開発

研究期間（平成14年度）

大久保彰人

要 旨

光化学オキシダント濃度監視を効率的かつ合理的に行うために、日最高濃度の時系列予測及び時間値データの自動メール送信のシステム化を行った。日最高濃度の予測では、ニューラルネットの手法を用いると、実測値にかなり近い予測値を出力することができた。また、自動メール送信では、携帯電話へのメール送信を自動化するとともに、送信先アドレス設定などの Windows アプリケーションも作成した。

[キーワード：ニューラルネット 時系列予測 自動メール送信]

1 はじめに

光化学オキシダント(Ox)濃度の環境基準適合は、時間値で60ppb以下という短期的な評価であり、現状ではほとんど達成されていない。また、最近、平均的な濃度はやや増加傾向にあり^{1) 2) 3)}、光化学反応が盛んな期間には、注意報発令に備えて、休日にも監視体制をとっている。光化学 Ox の高濃度は、気象条件が大きな要因であるので、気象条件を考慮して日間の濃度推移のパターンを把握すれば、濃度推移の予測ができると考えて時系列予測を行った。また、携帯電話のメールを利用すれば、光化学 Ox 濃度の監視が任意の場所でできて効率的なので、そのシステム化も行った。

2 日最高濃度予測

ここでは、光化学 Ox 濃度の午後の日最高濃度を、午前中に予測することが目的である。従来の重回帰式では、他の汚染物質及び気象条件を説明変数として、午後2時～3時頃のピーク濃度を予測するものである。しかし、濃度上昇は、ピーク値に向かって直線的に上がるのではなく、ピーク付近では上昇率は落ちてくる。そのことから、ピーク値とともに時間値の経過もあると、各時間に濃度上昇率をチェックできるというメリットもある。

また、気象条件の影響を調べると、気象条件が一定の範囲にないと、高濃度にならないことが分かった⁴⁾。そこで、そのような気象条件で過去に高濃度(120ppb以上)になった場合の時間値推移を参照しながら、午前中

の時間値データに対して、ピーク値に達するまでの時間値の推移を予測することを試みた。

2-1 高濃度の時間値推移

福岡県で1990年度以降に注意報を発令した当日及びその前日の濃度推移(図1)をみると、前日にやや高く、当日になってさらに高濃度になるというパターンである。

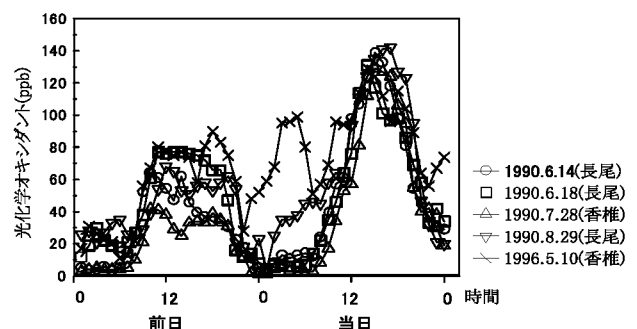


図1 高濃度時の前日と当日の光化学 Ox 濃度

このことは、5例のうち1例を除いて、ほぼ同様の傾向である。また、そのときの各種気象条件は、高濃度になるときの要件を満たしており(接地逆転層の有無は関係なかった)⁴⁾、これらの時系列推移をもとに、時系列(時間値)を予測することを考えた。

2-2 ニューラルネットによる予測

時系列解析として、ニューラルネットによる予測を行った。ニューラルネットの構造(図2)は、 n 個の連続した時間値データにおいて、連続した N 個の時間値データを入力して、次の $N+1$ 番目の時間値を予測して出力するように決定する。

このニューラルネットは、入力層、隠れ層及び出力層からなるフィードフォワード型と呼ばれるものである。それぞれの層のユニットで人間の神経を模倣したシグモイド関数を通して出力され、各層間の結合加重を調整することにより、いろいろな関数を近似できる。

ニューラルネットの手法(学習方法)をまとめると、 N 個の収集時間値(訓練データ)をニューラルネットに代入したときの出力と、 $N+1$ 番目の実際の時間値との誤差がなるべく小さくなるように、結合加重を定める。このニューラルネットの学習法⁹⁾は誤差逆伝播法と呼ばれ、最急降下法と同じ計算の手続きをとる。

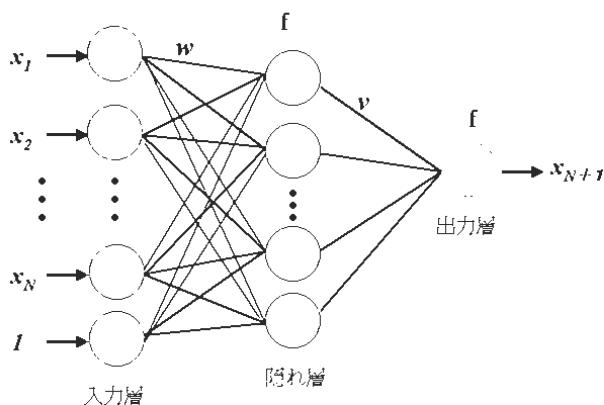


図2 ニューラルネットの構造

実際に時系列予測を行うために、「信号処理プログラム neuro10」⁹⁾を使って、過去に高濃度で注意報レベルになった日間の時間値(香椎局, 1990年7月28日)を訓練データとして、ニューラルネットの結合加重を求めた。入力ユニット数 N を3, 隠れユニット数 H を3, 学習係数とシグモイド関数の傾きを0.5として、初期の結合加重に乱数を与えて、学習回数1000回までの反復で誤差が減少した(図3)ので、そのときの結合加重を求めた。

その学習結果(表1)をもとに、未知のデータとして、えーるピア久留米局のデータ(2002年9月3日, 速報値)に対して、時系列予測を行った。濃度上昇の過程が実測値とかなり一致しており、時間値が上昇していく過程を予測できた(図4)。

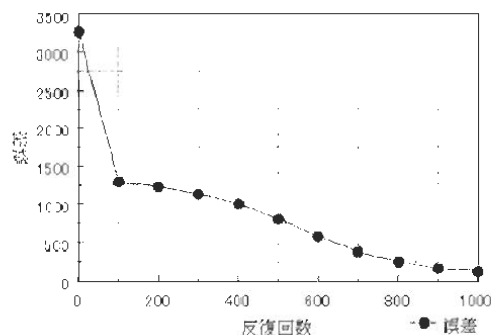


図3 予測誤差の減少過程

表1 結合加重の学習結果

ユニット	入力1	入力2	入力3	バイアス
隠れユニット1	2.0676	3.8805	3.1412	-2.5819
隠れユニット2	2.7956	2.5001	2.2176	-1.2485
隠れユニット3	2.8888	2.6057	0.8972	0.6799
出力ユニット	5.6750	3.7338	1.6462	-5.9663

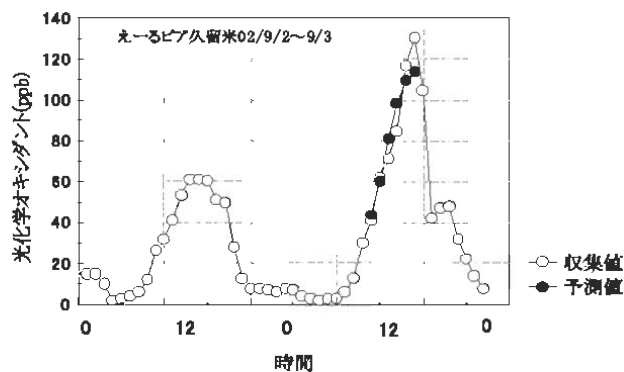


図4 ニューラルネットによる予測

この予測方法について、気象通報データが入ってくる午前10時にデータを入力して、日最高濃度を予測するために、Microsoft Visual C++を利用して、Windowsアプリケーションを作成した(図5)。ニューラルネットによる予測は、過去の高濃度日の時間値推移を訓練データとしているため、気象条件が高濃度になる要件を満たす場合がその適用範囲である。

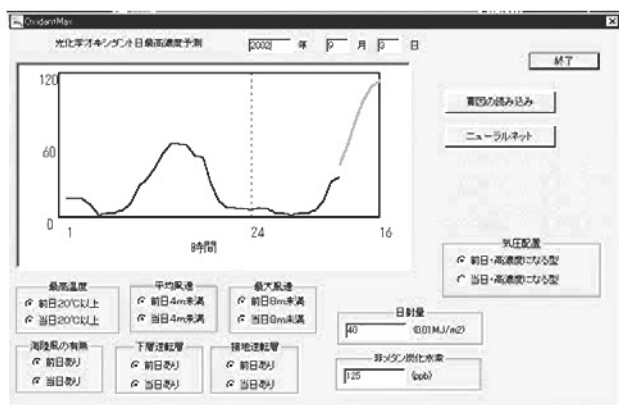


図5 日最高濃度予測の Windows アプリケーション

3 時間値データの自動メール送信

光化学 Ox 濃度の上昇期には、休日にも監視担当課において、パソコンのオンライン画面により常時監視を行っている。しかし、携帯電話のメール（図6）で光化学オキシダントの時間値データを受信できれば、自宅のみならず任意の場所で監視を行うことができる。また、監視担当の数人が対象なのでメールで十分であり、効率的な監視体制への試みとして、時間値データの自動メール送信システムを作成した^{4) 7) 8) 9)}。



図6 携帯電話へのメール送信

3-1 毎時のタイムスケジュール

福岡県の大気常時監視システムでは、汎用コンピュータ (NEC ACOS i・PX7600) により、大気時間値データを、毎時のタイムスケジュールにしたがって、たえず収集している。その他、環境省の大気汚染物質広域監視システム（通称、「そらまめ君」）へのファイル転送などの定時処理も行っている。

このような既存の定時処理に配慮しながら、自動メール送信のスケジュール（表2）を組み入れて、各種の処

理を定まった時間に実行している。

表2 自動メール送信のタイムスケジュール

時間帯	処理内容
4 5 ~ 0 0 分	送信先アドレスの追加と設定
1 5 分	メール題名（日時・曜日）の編集
2 5 分	設定ファイルの編集
3 0 分	設定ファイルをPC側に転送
3 2 分	Ox ファイルの作成
	Ox ファイルをPC側に転送
	メール自動送信

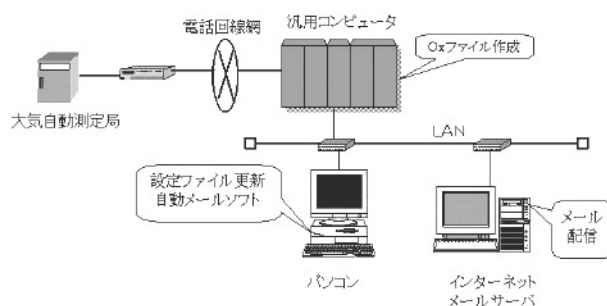


図7 自動メール送信の概要

自動メール送信処理の概要（図7）は、自動測定局から収集された光化学 Ox の時間値データを汎用コンピュータでファイル化し、そのファイルをパソコン側に転送して、毎時32分に、メール送信している。つまり、汎用コンピュータとパソコンで処理を分担して運用している。

3-2 汎用コンピュータ側の処理

メール送信以外の主な処理は、汎用コンピュータにより処理している。具体的には、「現在時刻を判定して、光化学 Ox データをファイル化する」、「ファイルは、携帯の画面で1行に入るように短いレコードに編集する」、「メールの題名で、日時及び曜日を変更する」及び「送信先アドレスの追加と削除の設定を有効にする」という処理を行うために、汎用コンピュータにおいて、それぞれに FORTRAN プログラムを作成した。

これらの処理では、8時から18時のそれぞれの自動実行が終わると、次の時間の実行ジョブを待ちの状態にしておき、指定時刻がくると自動実行するようにした。

3-3 パソコン側の処理

パソコン側では、光化学 Ox ファイルの受信、メールの自動送信及び送信先アドレスの設定を行っている。これらの定時の自動実行は、タスクスケジューラで管理し

ている。



図8 アドレス設定の Windows アプリケーション

また、メールの送信先、題名などを設定ファイルに記述できて、本文に時間値ファイルを書き込める機能をもつ「自動メール送信ツール MailTo」¹⁰⁾を利用した。

さらに、メール送信先アドレスの設定を便利にするために、Microsoft Visual C++を利用して、Windows アプリケーションを作った(図8)。これにより、ダイアログ画面でアドレスをチェックするだけで、設定ファイルを更新できるようになった。

4 まとめ

光化学 Ox 濃度が上昇する日の気象は、経験的にも分かっているが、その濃度の経過やそのピーク値の予測は難しい。ここでは、気象条件の要件を過去のデータから明らかにして、時系列予測の手法として、ニューラルネットの関数近似能力を利用した。また、常時監視体制を補完または効率化するために、携帯電話のメールを利用することを考えて、自動メール送信システムを作った。これらの解析及び開発は、常時監視体制を、合理的かつレベルアップすることを目標に実施したものである。

5 行政的意義、貢献

光化学オキシダント濃度の環境基準への適合は、福岡県においては達成されていない。光化学オキシダントによる被害を未然に防ぐために、高濃度が出現した時を想定して必要な対策を準備しなければならない。

そのような理由から、環境部環境保全課により、翌平成15年度保健環境研究所の研究課題に対する提案がなされた。その内容は、4月～9月の間における休日の監視体制について、「オキシダント監視を、迅速性・正確さを失うことなく、合理的に行うため、パソコンや携帯電話を利用したオキシダント濃度通報システムの開発を求める」ことが要望されたものであった。これに迅速に対応して、平成14年度には、当該メール自動送信システムを開発して、すでに1年間の運用を行ったところである。

なお、本研究は、福岡県大気汚染対策協議会の研究調査事業「光化学オキシダントと気象条件」(平成13～14年度)として、実施したものである。

文 献

- 1) 濱村研吾, 大久保彰人, "福岡県における大気環境の変遷", 福岡県保健環境研究所発行, 42pp, 2002.
- 2) 濱村研吾, 大久保彰人, "福岡県における大気環境の変遷—大気常時監視データ(1974～2000年度)のまとめ—", 福岡県保健環境研究所年報, 第29号, p. 143-146, 2002.
- 3) 濱村研吾, 大久保彰人, "福岡県における大気環境の変遷", 第28回九州衛生環境技術協議会要旨集, pp. 21-22, 2002.
- 4) 大久保彰人, 高橋洋子*, 宮崎俊太郎* 光化学オキシダント濃度監視のための日最高濃度予測と自動メール送信, 全国環境研会誌第28号, 45-50, 2003.
- 5) 阿部重夫, "ニューラルネットとファジイシステム", 近代科学社, 242pp, 1995.
- 6) 信号処理プログラム(neuro10), <http://rd.vector.co.jp/soft/dl/win95/edu/se232075.html>
- 7) 大久保彰人, "大気時間値データの自動メール配信", 第28回九州衛生環境技術協議会要旨集, p. 91-92, 2002.
- 8) 大久保彰人, "大気時間値データの自動メール配信", 第15回国立環境研究所環境情報ネットワーク研究会, 2003.
- 9) 大久保彰人, "光化学オキシダント濃度と気象条件—日最高濃度予測と時間値の自動メール送信", 大気汚染対策協議会調査研究事業報告書, 33pp, 2003.
- 10) 自動メール送信ツール(Mailto), <http://www.vector.co.jp/soft/win95/net/sc085397.html>