

# 異常値の取扱いに着目した大気汚染常時監視テレメータシステム上の危機管理対策

環境衛生科学研究所 ○前田友幸

## 1. はじめに

大気汚染防止法（昭和43年法律第97号。以下「法」という。）により、国民の健康保護及び生活環境保全を目的として、都道府県等全国の自治体に大気汚染物質の常時監視が義務付けられており、本県では昭和45年からデータ収集のための通信システムである大気汚染常時監視テレメータシステム（以下「システム」という。）の運用を開始している。

従前のシステムは、ソフトウェア設計上は平成14年度に更新したものであるが、大気汚染濃度上昇時、異常値（本論ではこれまでに蓄積した過去の測定結果等から判断して、極端に高い又は低い、通常のデータ範囲・挙動ではないと考えられる測定値のことで定義する。ただし、異常値=偽値とは直ちに判断できないものとする。）の発生時等に県職員、測定機保守業者等関係者（以下「関係者」という。）でその端緒を自動的に探知できないなど危機管理上の問題点がいくつか存在していた。

今回、令和2年度上半期をもって新システムに更新したが、異常値の取扱いをはじめ危機管理上の諸問題に着目することで問題点の解決及び業務の効率化を実現したので、その取組について報告する。

## 2. 方法

### 2.1 従前のシステムにおける問題点の整理

従前のシステムについて、主に危機管理上の観点から問題点の整理を行った。

### 2.2 異常値の類型整理と異常値検出方法の検討

従前のシステムで収集した常時監視データ（サーバ・データベースに概ね1時間ごとの単位で収集している大気汚染データ）をもとに、関係者への異常値通知機能を今後構築するための情報を整理した。

具体的には、平成27～29年度に本県が管理する測定27地点（測定局）から収集した常時監視データの速報値と確定値（速報値から真値として判断した値のみを採用したデータ）を比較することにより、異常値の中から連続6時間以上で偽値（直近で校正エラーが起り採用できないと判断した値を含む。）として判断したデータの傾向を類型整理した。対象項目は法及び県の定めに基づき注意報等緊急時対応の可能性が高い $Ox$ 及び $PM_{2.5}$ とした（調査時間はそれぞれ延べ499,776時間及び303,936時間）。

なお、従前のシステムにおいては確定値のみの保管しかできない構造であったため、速報値及び確定値は本県保有のデータだけでなく、国立環境研究所「環境数値データベース」・「II型共同研究データベース」大気環境データも使用した。

### 2.3 仕様書への適用及び効果の確認

2.1及び2.2で得られた知見について令和元～2年度システム更新のための仕様書に適用の上、新システム稼働後の効果を確認することとした。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 従前のシステムにおける問題点の整理

以下、異常値の取扱いをはじめ、従前のシステムに存在していた危機管理上の問題点を挙げる。

#### 1) 大気汚染濃度上昇時等の緊急時通報機構の不備

従前のシステムでは、大気汚染濃度上昇、測定機の故障・不具合等を自動的に探知する仕組みがほとんどなかった。

ごく一部の測定項目についてのみ、システムを操作するPC画面のアラート表示機能があったり、県民の皆様にご注意喚起を行うべき濃度レベル以上に達した段階で県職員にメール通知を行う仕組みはあったが、緊急時の見逃しを確実に防止し、大気汚染濃度上昇の予兆が見られた場合に事前準備を行うためには、原則として当該PC画面を県職員が目視し続けるしかない状況であった。そのような体制は平日の日中は可能かもしれないが、夜間・休日は現実的ではなく、無駄が多い。

また、測定機の故障・不具合があった際に異常値を発生してしまうケースがあり、このような場合、測定機保守業者と連携し、データの収集について停止する、現地を調査する等迅速な措置が求められるが、遠隔で詳細を知る仕組みについて測定機保守業者に提供する手段がなく、初動について若干遅れることがしばしばあった。

#### 2) システム保全上の課題

システムは、法の理念から基本的に稼働を停止させることができない。また、システムの中核となるサーバには昭和58年4月以降の常時監視データがデータベースとして全て収録されておりデータ保全是重要な要素だが、従前のシステムでは、サーバの設置場所に業務継続性の観点から問題があった。

本県は南海トラフ巨大地震等大規模災害の懸念があるにもかかわらず、従前、サーバは静岡市内に設置していた。サーバ内でリアルタイムデータ保管の冗長性を確保し、手作業による定期的なバックアップファイルについてはサーバ設置建築物と同じ敷地内の別建屋にて保管していたが、結局、建物自体に障害があった場合、全てのデータが失われる懸念があった。

非常用電源、発電機等の電源に関する冗長性の確保もなく、年に1回の建物点検時には、半日程度のサーバ停止を余儀なくされており、災害発生時のみならず平時においても業務継続ができないケースがあった。

また、通信回線における冗長性もなく、回線障害が発生した場合の堅牢性に問題があった。

加えて、テロ対策等の観点からの建物・サーバ室アクセス管理も不十分であり、警備員・監視カメラ、ICカード等の追跡可能なモニタリングはできない状況であった。もし従前の建物においてサーバ設置室・サーバに対して不法侵入・器物損壊があった場合、データ損失の可能性は十分にあった。

#### 3) 設計の古さに起因する情報セキュリティリスク

従前のシステムの構築年度が古く、システムを操作

するPCについて、サポートが切れた状態でWindows2000の継続使用を余儀なくされていた。ネットワーク回線に接続した状況でPCを使用する以上、このことは情報セキュリティリスクの観点から問題があると言わざるを得ない状況であり、本来であれば最新の Windows にアップデートするべきであったが、データを収集するソフトウェアの対応の観点から従前のシステムの原型を維持する限り、改善は困難であった。

また、3.1 1)に記載の一部の項目にのみあるメール通知機能は、大気汚染濃度上昇時に関係市町に BizFAX で通知する仕組みにも関係しているが、システムの改修なしには暗号化通信を利用するポートを使用できず、情報漏洩のリスクがあるだけでなく、システムの一部機能が停止する恐れすらあった。

さらに、法に基づき本県では、一般向け Web サイトを通じて県民等利用者に対して緊急時の情報を含む常時監視データの公開を行っているが、サイトの常時 SSL 化がなされておらず、利用者のブラウザと Web サーバの間でデータの改ざんの恐れがあった。このことは、検索サイト (Google など) における表示の順番等検索エンジン最適化対策にも影響を与えるため、広報上の認知を低下させる要因となっていた。

#### 4) スマートフォンの普及等社会情勢変化への未対応

3.1 3)に記載の一般向け Web サイトの表示に関連しているが、従前、PC 向けのサイトしか用意しておらず、平成 22 年頃から爆発的に社会で普及が進んだスマートフォンでの利用に未対応であった。PC は家庭や職場での利用が想定されるが、近年 Web の閲覧は PC 以外から

が半分程度以上を占めることが知られているため、広報上の認知のみならず、大気汚染濃度に応じた柔軟な使い方の観点からも問題 (例: PM2.5 濃度が午後から上昇しそうな予報が出た場合、通常は外出先から確認が難しいが、可能となれば外での激しい運動を控えるなど個人としての危機管理上の措置に活用できる。)であった。

#### 3.2 異常値の類型整理と異常値検出方法の検討

異常値から偽値として判断したデータ (合計は 0x : 406 個、PM2.5 : 68 個) を 7 種類に類型整理することができた (表 1)。

最も多かったのは 0x と PM2.5 のいずれも「類型 II : 通信不良等で速報時欠測であったものを測定機の記録紙からデータ化 (0x : 84.5%、PM2.5 : 61.8%)」であった。次点は 0x については「類型 VII : 近隣測定局と比較して値は不自然ではないが校正不良等測定機の状態から欠測 (4.9%)」、PM2.5 については「類型 VI : 類型 I と IV の重複 (16.2%)」であった。類型 II、VI 及び VIII はそれぞれ欠測の継続、連続値及び校正エラー等機器のエラーを検出する等すれば、システム上十分異常値検出として対処可能と考えた。その他の類型に関しても、大半の異常値は判定可能と判断した。

しかし、「類型 IV : 近隣測定局と比較して低い値の推移」については相関分析、過去のデータ分布を用いた信頼区間の考え方、クラスター分析を用いる等することで、ある程度の判定は可能と考えるが、迅速な対応という観点では今後の課題である。ただし、類型 IV の事例は発生した異常値の中で数%以下であること、又低

表 1 異常値の類型とシステム上での対処方針

異常値の 類型	類型 I : ほぼ 同じ値が 続く	類型 II : 通信 不良等で速 報時欠測で あったもの を測定機の 記録紙から データ化	類型 III : 近 隣測定局 と比較し て高い値 の推移	類型 IV : 近 隣測定局 と比較し て低い値 の推移	類型 V : 類 型 I と III の重複	類型 VI : 類 型 I と IV の重複	類型 VII : 近隣測 定局と比較し て値は不自然 ではないが校 正不良等測定 機の状態から 欠測	合 計
0x の偽値 判断数/割合	0 個 / 0.0%	343 個 / 84.5%	8 個 / 2.0%	16 個 / 3.9%	0 個 / 0.0%	19 個 / 4.7%	20 個 / 4.9%	406 個
PM2.5 の偽値判 断数/割合	4 個 / 5.9%	42 個 61.8%	8 個 / 11.8%	1 個 / 1.5%	2 個 / 2.9%	11 個 / 16.2%	0 個 / 0.0%	68 個
対処方針 (判定可能: ○、 課題あり: △、 判定困難: ×)	○ 連続値を 判定	○ 欠測の継続 をエラーと して判定	○~△ 閾値判定。 ただし、該 当季節に しては高 めの場合 の取扱い は要検討	△~× 相関分析 機能等を 導入すれ ば良いが、 迅速判定 には課題 あり	○ 連続値を 判定	○ 連続値を 判定	○ 原則は校正エ ラー等機器の エラーを判定 すればよい	-

い値ということもあって注意報等緊急時対応に関与する可能性はほぼないと思われた。

### 3.3 仕様書への適用及び効果の確認

新システム稼働後の効果は以下のとおり。

#### 1) 大気汚染濃度上昇時等の緊急時通報機構の不備

大気汚染物質について、複数項目・多様な濃度・機器の故障等の状態に応じて関係者に自動的にメール配信を行う仕組みを構築することで、24時間365日の初動対応を可能とした。このメール配信の異常値判定の考え方については3.2の結果を参考とし、表1に記載の類型Ⅰ～Ⅲ及びⅤ～Ⅶに関してほぼ対処可能とした。その結果、従前のシステムでは異常探知までに休日を挟んだ場合最長3日程度要することがあったが、新システムでは探知のための欠測時間をほぼ0にすることができた。また、機器の状態の推移等詳細について関係者が知りたいと考えた場合は、システムに遠隔でアクセスするための仕組みについてモバイルルーター等を用いて構築しており、職場外からでも情報を得やすくなった。

ただし、便利になった反面、課題も明らかとなってきている。新システムで関係者に送付されたメール配信数は令和2年10月末日現在までで合計1,333通（内訳：環境基準値等に関すること348通、機器の故障等に関すること985通）となるなど収集情報量が飛躍的に増大しており、今後は緊急性を考慮し、重要案件とそれ以外に分離する等選別を行うことで対応の順位付けを行う必要があると考えている。

#### 2) システム保全上の課題

データの保管場所は、他県にある自治体施設外部のデータセンター・クラウドサービスを採用することとした。データセンターについては一定の基準（特定非営利法人日本データセンター協会が定めるデータセンターファシリティスタンダードティア3以上）以上の施設を採用した。これにより、静岡県内で大規模災害があった場合における影響を最小化することとした。

同センターの性質上、耐震・耐火性に優れた施設にサーバを設置することが可能となった。電源・回線の

複数化による冗長性の確保を行い、非常用発電機の設置があるなど業務継続性が大きく向上した。

建物への立入に関しては事前の申請書提出、身分証の提示が必要であり、サーバ設置室内を含め複数の監視カメラの設置、施錠管理があるなどの要因からテロ対策等施設・サーバアクセス管理能力が大きく向上した。

なお、上記のとおり当該データセンターの防災上の堅牢性は高いが、万が一同センターに被災があったケースを考慮し、基幹となるデータについては静岡県内の施設に設置するNASへのバックアップ保存設定も将来的に可能としている。

#### 3) 設計の古さに起因する情報セキュリティリスク

サーバ・システムにアクセスするPC共に最新のWindowsを採用することでセキュリティリスクを減じた。

また、メール配信・一般向けWebサイト共に暗号化通信・SSL化を可能とすることで、情報漏洩・データ改ざんのリスクを減じた。検索エンジン最適化対策に対応し、広報上の認知低下を防止できた。

#### 4) スマートフォンの普及等社会情勢変化への未対応

新システムで構築した一般向けWebサイト（図1）については、PCからだけでなく、スマートフォン・タブレットからでも見やすい表示をレスポンスデザインとして実現した。これにより、家又は職場からだけでなく、外出先でも同サイトの閲覧が可能となった。大気汚染濃度の状況変化に応じた柔軟な対応ができるようになり、又広報上の認知及び同サイトの利用者数の上昇も期待できる。

## 4. まとめ

今回の取組により、システム上の危機管理能力を大幅に向上させることができた。

なお、危機管理上の課題以外では、過去の確定値を一般向けWebサイトからダウンロードできるようにする等、情報公開の観点からの改善も行っている。

<https://taikikanshi.pref.shizuoka.jp/>



アクセス可能



図1 PC・スマートフォン両対応の一般向けWebサイト