

PM2.5の短期予報モデル実用化に関する調査研究

【大気・地球環境室】

佐々木惣一郎¹⁾、松島 静

要旨

鳥取県では当日朝5～7時のPM2.5濃度測定値を基にして、その日のPM2.5濃度平均値を予測し、環境基準値超過の高濃度が予測される場合は注意喚起等の情報提供を実施している。本研究では、この情報提供の精度向上を目指した短期予報モデルの実用化について検討した。平成27年度から平成29年度の県庁西町分庁舎測定局（鳥取市）におけるPM2.5濃度特定時間帯（午前5～7時）平均値及び湿度、気温等5項目日平均値を教師データとして、閾値ベクトル自己回帰モデルによる予測式を作成し、平成30年度の実測値を用いて情報提供実施の判定について検証したところ、現行法に比べ精度が向上することが示された。

1 はじめに

大気中の微小粒子状物質（PM2.5）は、粒子の大きさが非常に小さいことから肺の奥まで入りやすく、呼吸器系疾患のリスク上昇等が懸念され、関心の高い大気汚染物質の一つである。現在鳥取県では4地点（県庁西町分庁舎²⁾、倉吉保健所、米子保健所、境港市）でPM2.5の常時監視測定を行っている。

国は、PM2.5の濃度上昇時に健康影響が出現する可能性があるとして暫定指針値（日平均70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を定め、この値を超えることが予想される場合には注意喚起を行うよう自治体に要請している。しかし、そもそもPM2.5は他の大気汚染物質とは異なり、単独の物質ではなく複数の成分から形成され、関連する物質も多く、濃度変化に影響する要因が多岐にわたっていることから、濃度を予測することは非常に困難である。そこで、国や自治体が注意喚起に用いる予測には、過去におけるある日の特定時間帯（午前5～7時）のPM2.5濃度1時間値の平均値（以下、「3時間平均値」という）と、同日のPM2.5濃度日平均値との相関をとり、得られた回帰線を利用する方法で行っている（図1）。この方法では、PM2.5濃度に大きな影響を与える気象の変化を考慮することができないため、

気象変化を起因とするPM2.5濃度の濃度変化に対応できない。一方、コンピュータを用いてシミュレーションを行う方法では、濃度の変化を表現することは可能であるが、計算資源の問題で簡単に利用できるものではない。

鳥取県では、県民の健康リスク低減のため、国が定めた暫定指針値より低いレベルである環境基準値（日平均35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を超えることが予想される場合についても、前述と同様に回帰線を利用する方法により独自に情報提供を行っている（表1）。しかし、この方法ではPM2.5濃度の時間変化に関する情報を持たないため、見逃しや空振りが発生し、表2で表される予測適中度の評価値（ス

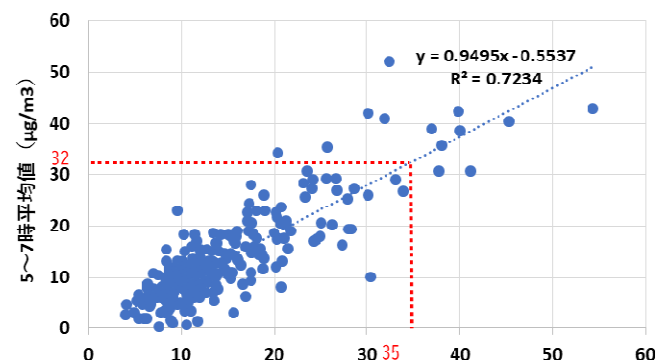


図1 PM_{2.5}濃度の相関図（平成30年度実績）

1) 現 鳥取県生活環境部環境立県推進課

2) 県庁西町分庁舎測定局（鳥取市）のPM2.5常時監視測定は、鳥取市が実施している。

表1 PM_{2.5}に係る情報区分（鳥取県）

（単位：μg/m³）

区 分	基準※
警戒情報【暫定指針値（70）超過のおそれ】	85超過
注意情報	70超過
情報提供【環境基準値（35）超過のおそれ】	32超過

※ 5～7時の平均値

表2 スレットスコア（TS）

		実況	
		あり	なし
予測	あり	適中（F0）	空振り（FX）
	なし	見逃し（X0）	適中（XX）

$$TS = \frac{F0}{F0 + FX + X0} \quad (0 \leq TS \leq 1)$$

レットスコア）は平成30年度実績で0.46にとどまっている。

当所では過去に（平成28年～29年度）、気象データを取り入れて予測精度向上のモデル構築を検討した（以下、「H28-29年度提案法モデル」という。）。その結果、精度向上の可能性について示唆されたが、直近の気象台データの入手が必要となること、及び予測値の計算に複雑な統計処理を要することから、実用的では無いという課題があった。そこで本研究では、鳥取県の大気常時監視テレメーターシステムで直ちに得られるデータのみを使用し、簡単な処理によって日平均予測値を算出できる短期予報モデルを作成し精度向上を目指すとともに、県民の健康管理を目的として現在の“情報提供レベル”よりさらに低濃度での予測についても検討した。

2 方法

2.1 方法

はじめに、H28-29年度提案法モデルを用いて、PM_{2.5}濃度日平均予測値への影響が大きい項目を特定するために検討を行った。その結果、最も影響が大きいのは、現行法でも用いている当日のPM_{2.5}濃度3時間平均値であることが分かった

（表3）。また、H28-29年度提案法モデルについて、平成30年度の実測値（前3日の湿度・気温・PM_{2.5}濃度・気圧・降水量の日平均値）を用いて算出されるPM_{2.5}濃度日平均予測値を、実測値であるPM_{2.5}濃度日平均値と比較して評価した結果、スレットスコアは現行法（0.46）よりも悪化することが分かった（0.30）。

さらに、予測モデルに使用する項目を検討したところ、前述のPM_{2.5}濃度3時間平均値に、前3日分の5項目（湿度、気温、日射量、風速、PM_{2.5}濃度）日平均値とを組み合わせる場合であることが示唆された（表3）。

そこで、県庁西町分庁舎測定局（鳥取市）における過去3年分（平成27年度～29年度）のこれらの測定結果を教師データとして、新たに閾値ベクトル自己回帰（TVAR）モデル³⁾による予測式を作成した。同一測定局における平成30年度の実測値を用いて日平均予測値を算出し、日平均値の実測値と比較することで、予測手法としての有用性を評価した。

なお、モデル作成の統計解析には統計処理ソフトウェア R Version 3.4.3（2017-11-30）を用いた。

2.2 TVARモデルで使用するデータ

西町分庁舎測定局テレメータデータ

※機器の点検等により測定項目に欠損が生じた日のデータは除外

◆予測式作成 平成27-29年度

項目 当日のPM_{2.5}濃度3時間値・日平均値、前3日の5項目（湿度、日射量、気温、風速、PM_{2.5}濃度）日平均値

◆日平均予測値算出 平成30年度

項目 当日のPM_{2.5}濃度3時間値、前3日の5項目（湿度、日射量、気温、風速、PM_{2.5}濃度）日平均値

◆予測値評価 平成30年度

項目 PM_{2.5}濃度日平均値

3) TVARモデルとは、予測式を作成する際、ある項目に閾値を設定し、その項目の測定値が閾値を超える場合と超えない場合とでは、異なる式で予測値を算出する、というモデルである。なお、当該モデルと、H28-29モデル（VARモデル）は、平均値に回帰するという共通した特徴がある。

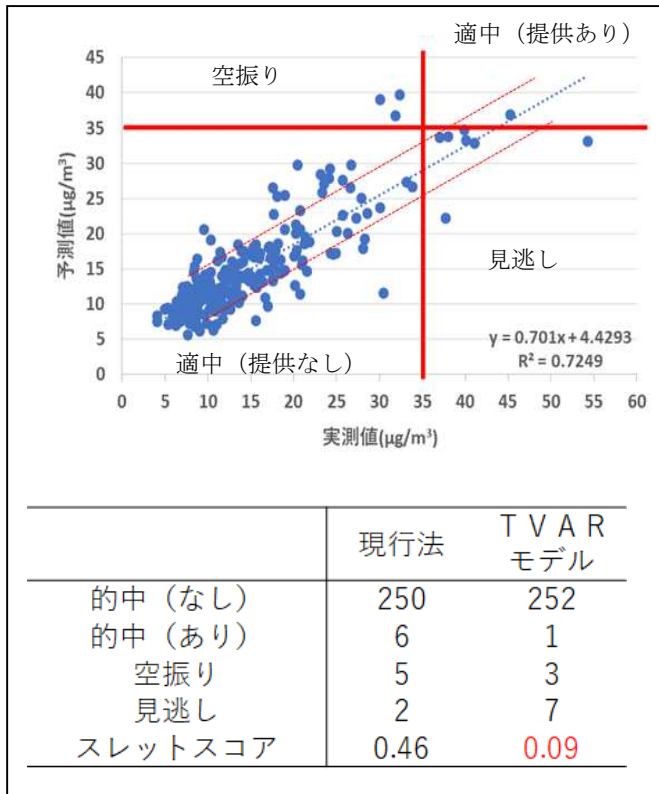


図2 TVAR モデル評価結果

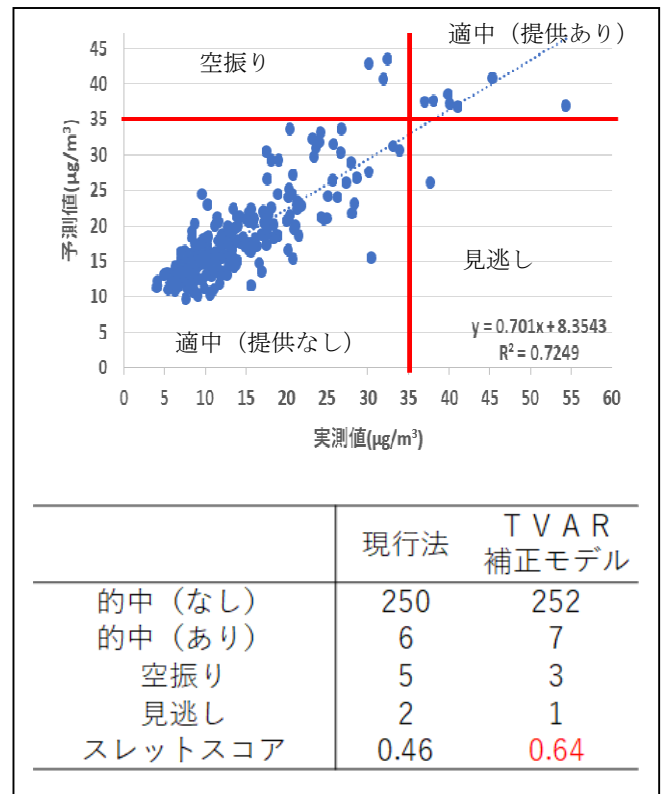


図3 TVAR 補正モデル評価結果

表3 濃度予測への影響検討結果

方法	使用データ	使用データの期間	スレットスコア		
			条件①	条件②	条件③
現行法	テレメータ 当日朝のPM2.5	当日(3時間値)	0.46	-	-
H28-29年度提案法	テレメータ 3項目 (湿度、気温、PM2.5) 気象台 2項目 (気圧、降水量)	前3日(日平均値)	0	0.22	0.3
データ数の検討	テレメータ 1項目 (PM2.5) 気象台 1項目 (降雨量)	前3日(日平均値)	0	0.21	0.27
	テレメータ 3項目 (湿度、気温、PM2.5)	前3日(日平均値)	0	0.22	0.3
	テレメータ 5項目 (湿度、気温、日射量、 風速、PM2.5)	前3日(日平均値)	0	0.22	0.3
	テレメータ 11項目 (湿度、紫外線B、 日射量、気温、風速、SO2、PM2.5、 NOx、CH4、NMHC、SPM) 気象台 2項目 (気圧、降水量)	前3日(日平均値)	0	0.22	0.27
当日朝のPM2.5濃 度を追加	テレメータ 当日朝のPM2.5 テレメータ 3項目 (湿度、気温、PM2.5) 気象台 2項目 (気圧、降水量)	当日(3時間値) 前3日(日平均値)	0.09	0.43	0.46
	テレメータ 当日朝のPM2.5 テレメータ 5項目 (湿度、気温、日射量、 風速、PM2.5)	当日(3時間値) 前3日(日平均値)	0.09	0.5	0.46

条件①：予測値そのまま

条件②：予測値の95%予測区間を算出し、上方修正したもの

条件③：②と現行法がどちらも「情報提供する」場合のみ情報提供する

3 結果及び考察

新たなTVARモデルについて、平成30年度の実測値を用いて予測値を算出して評価した結果、スレットスコアは現行法(0.46)よりも悪化(0.09)することがわかった(図2)。特に、現行法に比べて見逃しが多くなっており、このことはTVARモデルによって算出される予測値は、平均値に回帰すること、及び低濃度の頻度が大きいこと低濃度側に引っ張られることが影響していると考えられた。そこで、計算による予測値は不確かさを持つことを考慮し、計算結果を補正する方法として、H28-29年度提案法モデルにおいて開発した補正手法(予測値と実測値との差における標準誤差を予測値に加算する)により補正を行い、同様に平成30年度の実測値を用いて評価したところ、スレットスコアが向上(0.64)した(図3)。このTVAR補正モデルにおいて、空振り・見逃しとなった日のPM2.5濃度1時間値の変化を見てみると、一日の中で急上昇若しくは急低下があることを確認した(図4, 5)。

次に、より低い濃度レベルでの情報提供について検討した。その結果、当該モデルは環境基準(35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)に照準を絞った補正を行っていることから、それ以外の濃度レベルでは精度が落ちるもの

の、濃度レベルを決めて補正方法を検討することで精度向上する可能性が示唆された(表4)。

4 まとめ

PM2.5の濃度予測について、精度向上と実用化を目指して取り組んだ結果、以下の知見が得られた。

- (1) テレメーターシステムにあるデータのみを用いてTVAR補正モデルによる予測式を作成し、得られた予測値を評価したところ、現行法よりもスレットスコアが向上することが示唆された。
- (2) 一日の中でPM2.5濃度が急変化(上昇、下降)する場合は、対応できない場合がある。
- (3) 教師データには日平均35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える日が少ないことから、今後教師データ(特に高濃度データ)を蓄積していけば、予測精度のさらなる向上を図ることができると考える。
- (4) 県民のPM2.5への関心は高く、環境基準値よりさらに低い濃度レベルにおける情報提供についてを検討した結果、濃度レベルを特定した上で補正を検討すべきであることが分かった。

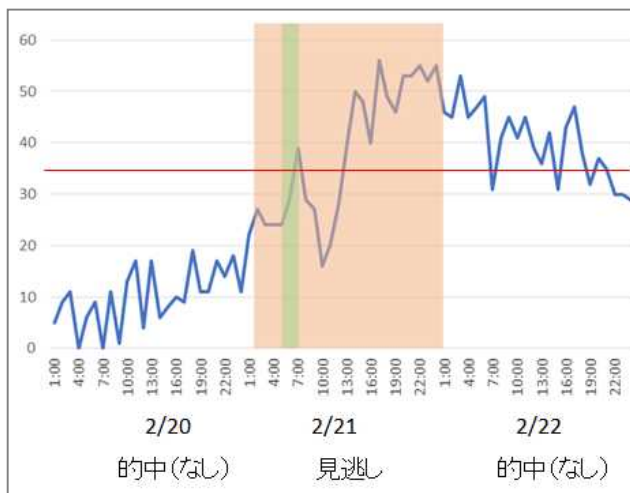


図4 PM2.5濃度急上昇(見逃し事例)



図5 PM2.5濃度急降下(空振り事例)

また、予測値及び判定結果を表計算ソフト（Excel 等）を用いて簡単に算出できることから、今後、テレメーターシステムの改修等に合わせ当該新モデルを組み込むことにより自動計算へ進展する可能性も考えられる。

ただし、予測値算出に使用するデータのうち、湿度・気温・日射量の3項目については県庁西町分庁舎測定局（鳥取市）のみで測定していることから、県内を代表する測定地点1カ所の測定データをもって県全域を代表する予測とするか、もしくは、他の地域における気象台データ

4)（湿度、気温）を入手する仕組みを構築することができれば、より地域の実情に即した予測に発展するものとする。

5 参考文献

- (1) 大呂忠司、畠山恵介：PM2.5に係る情報提供の精度向上に関する調査研究、鳥取県衛生環境研究所報、第57号
- (2) 環境省：平成27年度PM2.5注意喚起の運用状況に関する調査結果

表4 低濃度の予測精度確認結果

	濃度レベル	15 μ g/m ³	20 μ g/m ³	25 μ g/m ³	30 μ g/m ³	35 μ g/m ³
補正なし	的中(なし)	157	207	228	248	252
	的中(あり)	69	33	16	10	1
	空振り	14	6	9	0	3
	見逃し	23	17	10	5	7
	スレットスコア	0.65	0.59	0.46	0.67	0.09
補正あり (+標準誤差)	的中(なし)	86	182	225	239	252
	的中(あり)	89	45	21	12	7
	空振り	85	31	12	9	3
	見逃し	3	5	5	3	1
	スレットスコア	0.50	0.56	0.55	0.50	0.64

4) 気象台では日射時間を測定しているが、日射量は測定していない。

Toward practical application of short-term forecast model of particulate matter(PM2.5)
concentration.

Soichirou SASAKI, Shizuka MATSUSHIMA

Abstract

In Tottori prefecture, based on the PM2.5 concentration measurement value from 5 to 7 am on the day, the PM2.5 concentration average value of the day is predicted, and if a high concentration exceeding the environmental standard value is predicted, caution is required. We are providing information.

In this study, we examined the practical application of a short-term forecast model aimed at improving the accuracy of this information provision.

PM2.5 concentration specific time zone (5 am to 7 am) average value at Nishimachi Branch Office of Tottori Prefectural Office measurement station (Tottori city) from 2015 to 2017 and daily average value of 5 items such as humidity and temperature as teacher data When a prediction formula based on the threshold vector autoregressive model was created and the judgment of information provision implementation was verified using the measured values in 2018, it was shown that the accuracy was improved compared to the current method.