

10 大気汚染常時監視オンライン・システムの機能向上について(第3報)

— 異常データ検索法 — その2

八幡仁志 勝木作治

I 緒 言

大気汚染自動測定機より、テレメータ装置を介して送られてきた観測データは、時間値データに算出された後、磁気ディスク装置内に格納され、時報及び日報として打出される。しかし、磁気ディスク装置内には有効とみなされない時間値データ(異常データ)も格納されていく為、適宜この異常データを検索する機能がオンライン・システムに組み込まれていれば、長期にわたるデータの欠測等が防げる。

前報において、異常データの検索法として

- 1) 上限値・下限値法(観測項目毎に設定した上・下限値の範囲を越えたものを検出する。)
- 2) 加重平均法(時間値の時系列から加重平均による推定値を求め、時間値との差が一定の範囲を越えたものを検出する。)

- 3) 1), 及び 2), を組み合わせたもの

について検討したが、今回更に上記方法について検討を加えたので、その結果について報告する。

II 検討内容

1. 上限値・下限値法

前報における検索対象期間は、昭和54年5月から昭和56年4月までであり、 SO_2 の高感度測定機は5局のみであったが、昭和55年12月より更に5局が高感度型に変更した為、 SO_2 計のみ設定値を表1、とし、他の項目については表2、とした。尚、設定値は経験的な値である。

表1 SO_2 の設定値

	上限値(高感度)	下限値(高感度)
SO_2	30 (20) ppb	5 (1) ppb

表2 SO_2 以外の項目の設定値

	上限値(自排局)	下限値(自排局)
SP	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO	20 ppb	1 ppb
NO ₂	30 ppb	1 ppb
O	65 ppb	1 ppb
CO	3.0 (4.5) ppm	0.1 ppm
H ₂ C	0.75 (1.20) ppm	0.05 (0.10) ppm
CH ₄	1.75 ppm	1.45 ppm

2. 加重平均法

時間値を時系列的にとらえて、その加重平均を求め当該時間値との差がある値（今回は、標準偏差の3倍）の範囲外のものを検出する。

時間値を時刻順に $X_1, X_2, \dots, X_N$ とするとき X_j の推定値 $\hat{X}_j$ を次式で求める。

$$\hat{X}_j = \frac{2\zeta + 1}{\sum_{\ell=1}^{2\zeta+1} W_\ell} \cdot X_{j-\zeta+\ell-1} \quad (2\zeta + 1 < N, \zeta < j \leq N - \zeta)$$

推定値と時間値との誤差 e_j と ζ を次式で求める。

$$e_j = \hat{X}_j - X_j \quad (\zeta < j \leq N - \zeta)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N - 2\zeta} \cdot \sum_{j=\zeta+1}^{N-\zeta} (e_j - \bar{e})^2}$$

$$\bar{e} = \frac{1}{N - 2\zeta} \cdot \sum_{j=\zeta+1}^{N-\zeta} e_j$$

前報では、 ζ を 7 とし推定値を求めたが、検索対象期間の（ 2×7 ）時間分が非対象となる事、又オンライン・システムに組み込んだ場合、現時刻の推定値が 7 時間後にしか求められない等の不都合が生じる為、今回は ζ を 3 とし、又、加重値もそれに伴って変更した。

表 3、及び表 4、に加重値を示した。

表 3 従来の加重値（スペンサーの加重値の変形）

W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7	W_8	W_9	W_{10}	W_{11}	W_{12}	W_{13}	W_{14}	W_{15}
$\frac{-3}{246}$	$\frac{-6}{246}$	$\frac{-5}{246}$	$\frac{3}{246}$	$\frac{21}{246}$	$\frac{46}{246}$	$\frac{67}{246}$	0	$\frac{67}{246}$	$\frac{46}{246}$	$\frac{21}{246}$	$\frac{3}{246}$	$\frac{-5}{246}$	$\frac{-6}{246}$	$\frac{-3}{246}$

表 4 今回の加重値

W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7
$\frac{7}{100}$	$\frac{15}{100}$	$\frac{28}{100}$	0	$\frac{28}{100}$	$\frac{15}{100}$	$\frac{7}{100}$

Ⅲ 検討方法

前回と同様に、データ修正前の時間値データ（ソース時間値ファイル）を用いて、上記方法でスクリーニングした結果と、データ修正済の時間値データ（最終時間値ファイル）とを比較して、検索されたデータがデータ修正されている場合に異常データ*¹を検出できたとみなした。

但し、ソース時間値ファイルにおいて欠測、又は参考値*²のもの、最終時間値ファイルにおいてデータ補正*³されたものは、前回と同様に検索対象より除外した。

*¹ 異常データとは、ソース時間値ファイルで有効となっているもののうち、測定機のテレメータ出力不良、記録計指示不良（乱点、曲がり、指示飛び）等の理由により、データ修正を施したものをいう。

*² 参考値とは、積算型測定機の場合に観測時間の差が30分以上なければ有効値とみなさず、特殊処理をして有効値と区別する。

*³ データ補正とは、スパン又は流量が規定値より一定の範囲で不良であった場合に、データを補正して有効値として使用する。

検索対象期間 : 昭和55年5月から昭和56年4月

検索対象項目 : SO₂, SP, NO, NO₂, O_x, CO, HC, CH₄

Ⅳ 検討結果

1. SO₂のみ設定値（上・下限値）を変更して、前回と同様（上限値・下限値法と加重平均法、 $\zeta = 7$ を組み合わせた方法）に検索した結果を、表5、及び表6、に示した。

最も検出率の良かったのは、SPの76.3%ついでCH₄の55.9%で、最も悪かったのはHCの24.5%であった。

SO₂は、設定値を変更した10局のうち7局が前回より検出率が向上（+5.0～+21.7%）している。但し、10局のうち5局は、対象期間の途中（昭和55年12月）で機種変更している為、設定値変更で検出率が向上したかどうか、いちがいに評価しにくい。残りの5局については3局で向上しており、SO₂の高感度型の設定値は表1、で妥当と考えられる。

SPは、17局中16局が検出率50%を越え（最高は91.7%、最低は46.2%）。CH₄も10局中7局が検出率50%を越えている（最高は83.1%、最低は24.8%）。NOを含めた3項目に対して有効な検索方法といえる。

NO₂, HCについては検出率が50%を越えた局は1局（NO₂は17局、HCは10局中）しかなく又、全体の検出率も低い事から前回と同様、有効な検索方法と認められなかった。

表5 項目別検出率（単位 %）

項目 期間	SO ₂	SP	NO	NO ₂	O _x	CO	HC	CH ₄
S 54.5～S 55.4	29.2	74.3	48.8	35.4	29.6	68.7	33.9	62.6
S 55.5～S 56.4	35.9	76.3	44.9	32.0	48.2	37.9	24.5	55.9

検出例を、図1-1～図1-4に示した。
 図中の実線は実測値、太い実線は加重平均法によって求めた推定値を表わしている。
 又、推定値に標準偏差の3倍値を加えた値（破線）、及び差し引いた値（太い破線）も図示した。

つまり、この領域外の値が加重平均法により異常データとして検出される。

尚、図中の記号は下記のとおり

AMEND.NO ; 異常（修正）データ
 件数

DETECT-1.NO ; 上限値・下限値
 法による検出件数

DETECT-2.NO ; 加重平均法による
 検出件数

GN ; 各法による異常データ
 検出件数

GOOD.NO ; 組み合わせ法による異常
 データ検出件数

表6 局別・項目別検出率 （単位 %）

	SO ₂		SP		NO		NO _x		O _x		CO		HC		CH ₄		
	54.5	55.5	54.5	55.5	54.5	55.5	54.5	55.5	54.5	55.5	54.5	55.5	54.5	55.5	54.5	55.5	
	55.4	56.4	55.4	56.4	55.4	56.4	55.4	56.4	55.4	56.4	55.4	56.4	55.4	56.4	55.4	56.4	
三 国	29.1	12.6	63.9	72.4	18.9	38.5	56.4	35.3	28.2	24.2				16.4	29.4	51.8	43.4
芦 原	22.6	27.8	83.0	69.7	39.5	24.5	28.6	28.6									
金 津	21.2	29.7	87.4	84.2	47.1	58.9	60.2	47.7									
丸 岡	19.7	29.9	83.0	79.3	60.2	44.2	39.4	49.5	14.9	69.9				55.9	28.1	45.5	66.4
春 江	21.2	35.1	74.0	91.7	50.7	49.5	37.2	28.4									
坂 井	28.7	39.1	66.7	70.7	62.2	39.7	14.9	44.8	37.9	45.9				23.1	10.4	72.4	62.0
鶴 輪	33.7	64.0	83.8	75.6	41.8	47.6	38.7	41.3									
森 田	19.5	27.9	74.3	62.2	40.5	39.9	33.0	32.1									
麻生津	14.0	22.0	85.4	62.5	58.5	48.6	14.2	19.5	15.9	50.3							
福 井	20.3	42.0	47.2	46.2	36.6	39.8	20.3	21.4	45.2	68.4	40.0	48.0	8.8	41.4	82.9	83.1	
センター	16.4	20.0	57.6	83.3	46.2	59.4	50.0	37.9	31.3	19.2				61.7	17.2	63.7	66.3
神 明	10.1	21.1	56.8	81.5	67.2	48.9	22.9	16.8	30.3	34.0							
鯖 江	27.9	17.6	74.1	72.6	77.3	30.2	38.2	35.3	39.8	69.3				3.3	11.5	74.6	78.6
武 生	32.0	32.8	53.4	66.7	47.8	52.0	58.8	40.0	5.2	45.2							
味真野	64.4	53.1	84.2	85.3	62.3	48.1	66.9	9.5									
中 郷	35.0	40.0	61.7	79.5	65.3	53.4	14.3	53.7	36.4	73.7							
教 養	83.0	45.6	59.4	71.4	54.5	42.9	18.2	46.2	38.0	10.6				34.7	12.2	78.7	39.2
自排福井											31.3	21.5	56.5	54.9	67.6	24.8	
自排鯖江											56.7	10.3	74.2	20.6	20.5	60.3	
自排教養											76.0	63.8	43.1	26.6	76.3	51.5	
合 計	29.2	35.9	74.3	76.3	48.8	44.9	35.4	32.0	29.6	48.2	68.7	37.9	33.9	24.5	62.6	55.9	

検出方法：加重平均法（C=7）+上限値・下限値法

a 図1-1 昭和55年9月の鶴輪局、SO₂の検出例

40ケの異常データのうち、12ケ（上限値・下限値法及び加重平均法共に10ケ）が検出されている。異常データの内訳は、局舎付近での野焼き、ゴミ焼却（以下ゴミ焼却）によるもの21ケ（検出10ケ）、記録計指示不良5ケ（1ケ）、その他（点検、テレメータ出力不良）14ケ（1ケ）であった。

b 図1-2 昭和55年7月の味真野局、SPの検出例

22ケの異常データ全てを検出しているが、加重平均法による検出件数は379ケ（検出21ケ）もあり、上限値・下限値法の47ケ（21ケ）と比べると効率は悪い。SPの上限値・下限値法の検出率（全局平均）は69.4%で、加重平均法の25.6%に比べるとかなり高い。

異常データの内訳は、ゴミ焼却によるもの21ケ、点検によるもの1ケであった。

c 図1-3 昭和55年7月の坂井局、NOの検出例

異常データの内訳は、測定機のトラブル32ケ（検出16ケ）、リセット不良22ケ（1ケ）であった。リセット不良による異常データの検出率が低い、異常データ自身が実測値とあまりかわらない（時間値は、入手データの差をスケール及び時間変換して求める為、リセットがかからず指示が上昇していても欠測とはならない）事が理由であろうと思われる。

(単位: 10ppm) 検出された異常データ

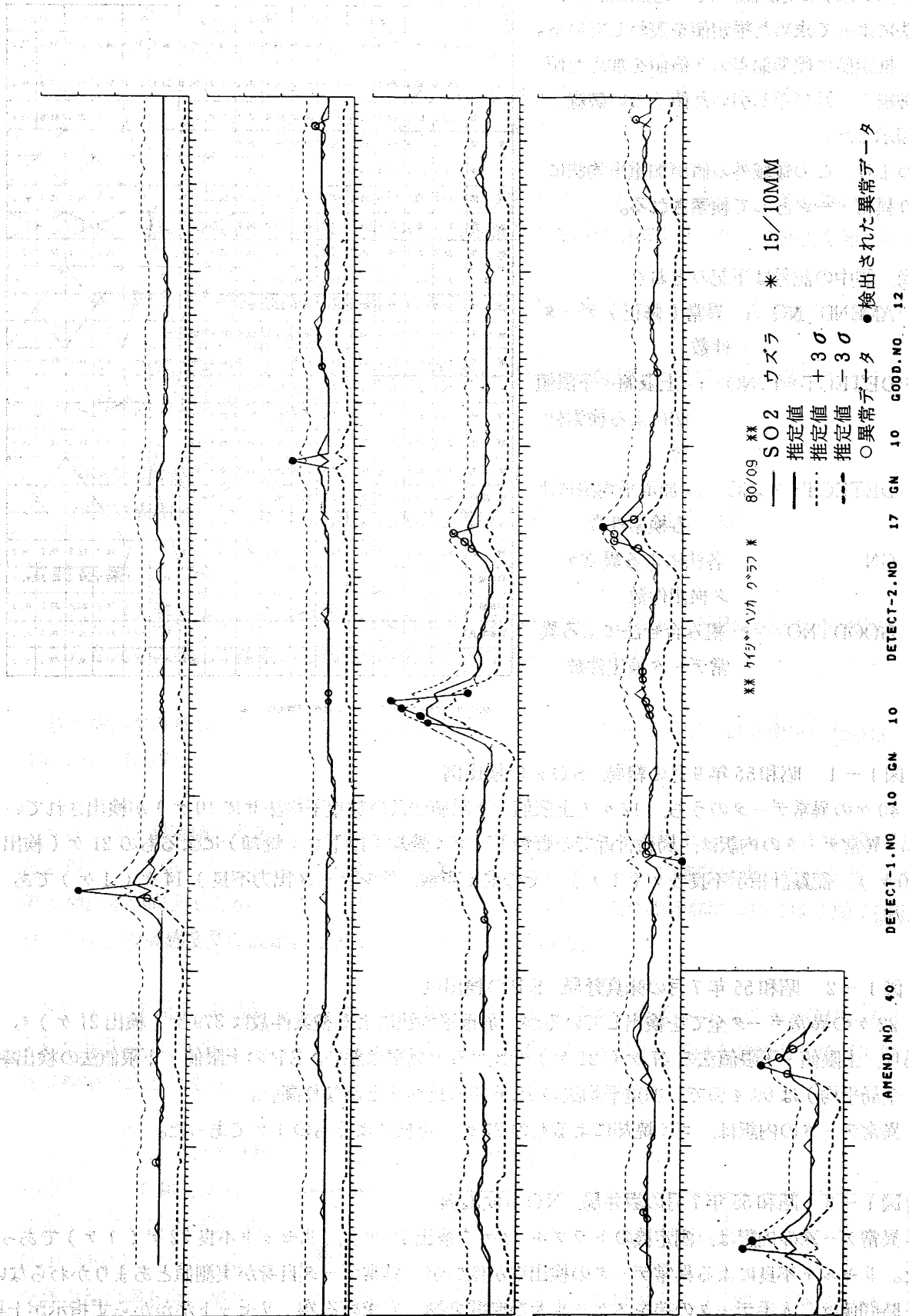


図 1-1 異常データ検出例 (SO₂)

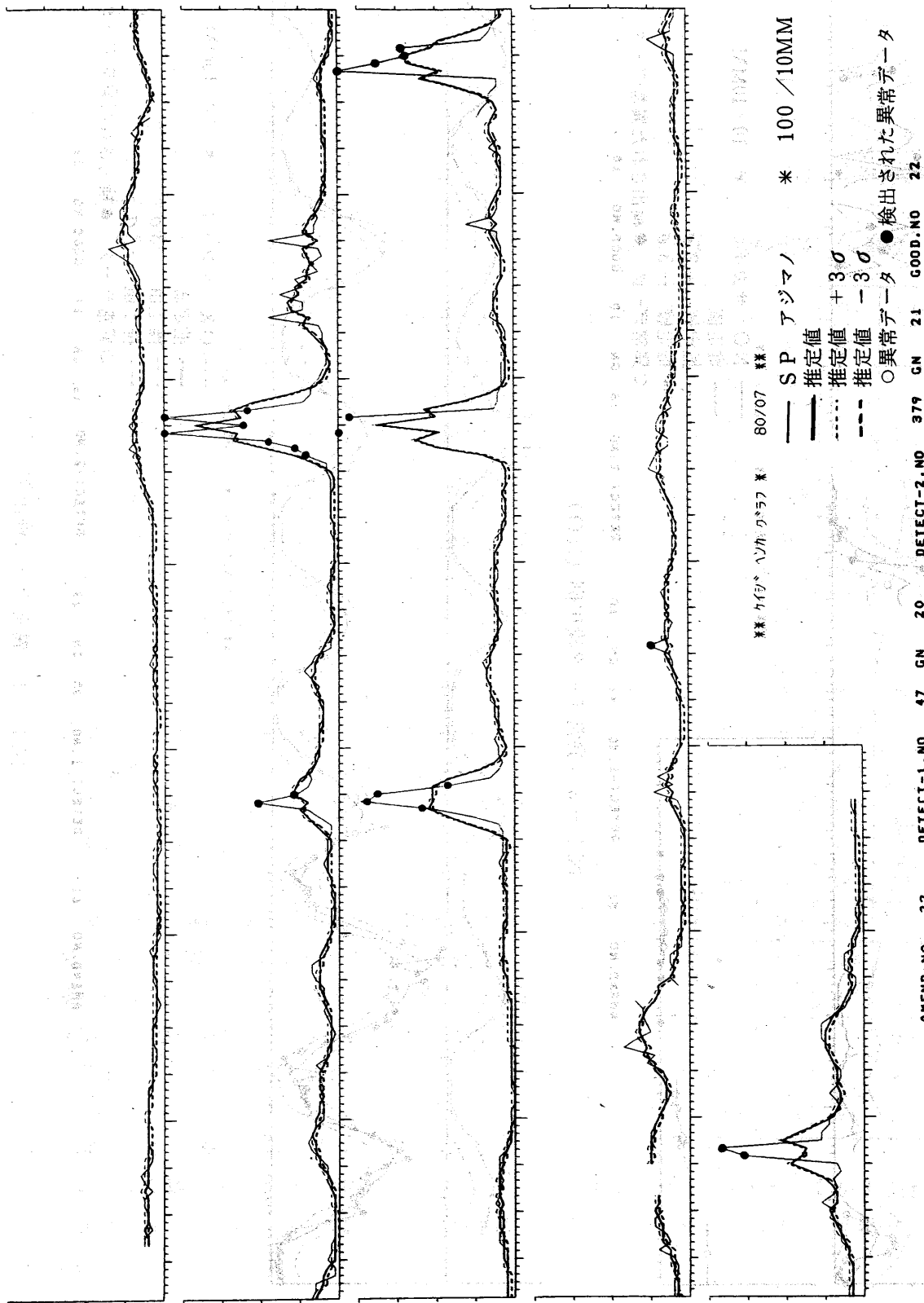


図 1-2 異常データ検出例 (SP)

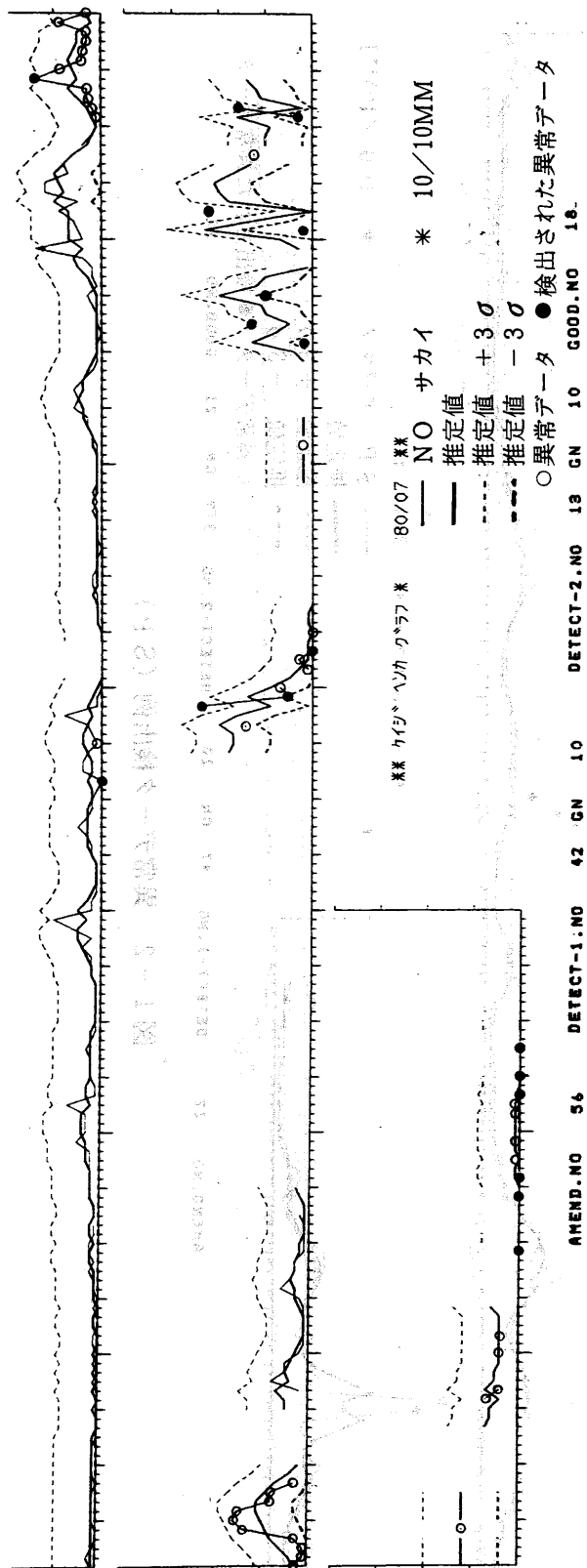


図 1-3 異常データ検出例 (NO)

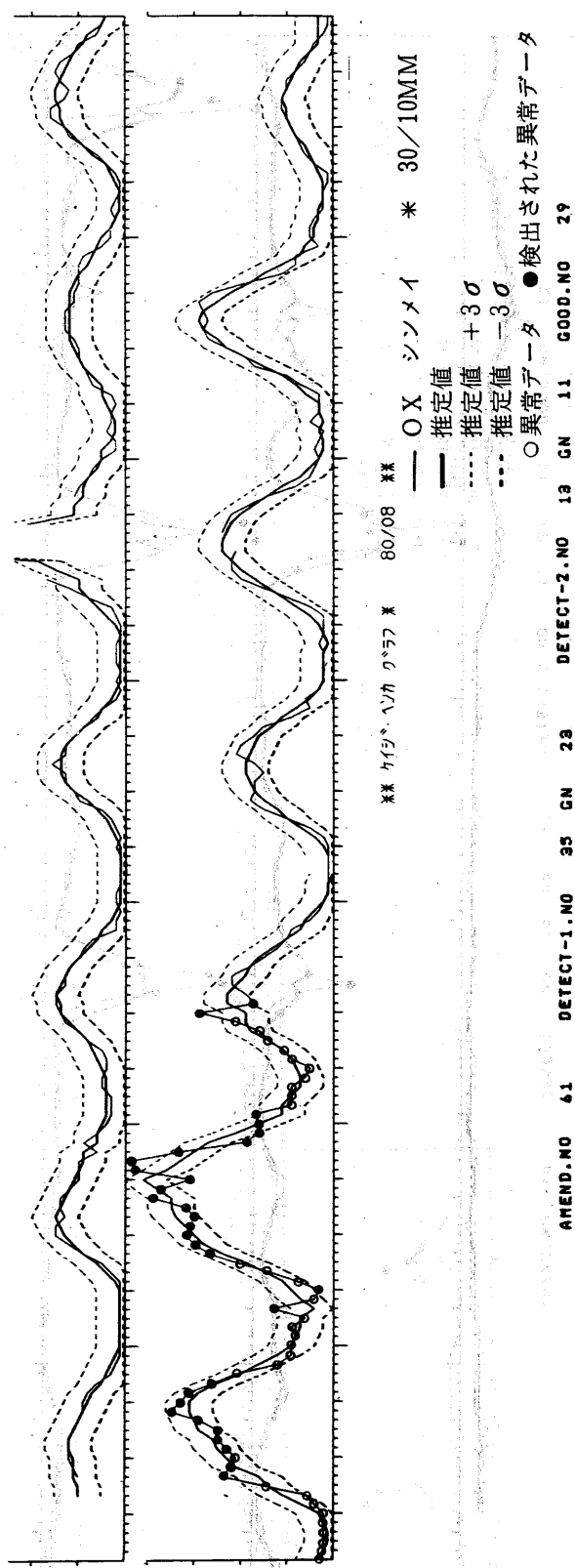


図 1-4 異常データ検出例 (OX)

d 図1-4 昭和55年8月の神明局, O_xの検出例

61ケの異常データは, 全て測定機のテレメータ出力不良であったが, このうち29ケを検出(検出率は47.5%)しており神明局のO_xの検出としては良い例(平均30.2%)である。

2. 加重平均法において, 加重期間を3とした時の検出率を表7, に示した。尚, 加重値は, 表4, のとおり。

検出率が減少した項目は, SO₂, NO, HCであるが減少率は少なく(-3.5~-0.1%)残りの項目(SP, NO₂, O_x, CO, CH₄)については若干(+0.1~+1.0%)ではあるが増加した。

しかし検出率からみれば, 加重期間を短くし

た事による影響は明瞭にはでていない。

表7 局別・項目別検出率 (単位 %)

図2-1~図2-4に, 実測値と加重平均法によって求めた推定値を図示した。

a 図2-1 昭和55年6月の鶴局, SO₂

加重期間(以下 ζ)が7の時には, 加重平均法によって9ケ(異常データは14ケあった)検出したが, ζ を3にした場合には12ケと検出件数は増えた。鶴局のSO₂の検出率は ζ が3の方が対象期間を通じて高く(+2.4%)その良い例である。

b 図2-2 昭和55年8月の神明局, O_x

ζ が7の場合, 61ケの異常データ中11ケ(加重平均法による, 上・下限値法を加えると29ケ)検出されており, ζ が3になっても変わらなかった。

c 図2-3 昭和56年2月の麻生津局, NO

図2-2と同様で, ζ を変えても検出件数は変わらなかった(50ケの異常データ中24ケ検出)。全体の検出率をみても, ζ が7の方が若干(+0.1%)高い程度である。

d 図2-4 昭和55年6月の春江局, NO₂

ζ が7の時には, 29ケの異常データのうち7ケしか検出できなかったが, ζ が3では10ケが検出できた。NO₂については, ζ を3にした事によって検出率が下がったのは, 17局中3局のみであった。

	SO ₂	SP	NO	NO ₂	O _x	CO	HC	CH ₄
三 国	11.7	72.4	37.2	36.8	27.6		32.0	43.4
芦 原	27.3	67.7	24.5	30.3				
金 津	28.7	84.2	56.1	46.7				
丸 岡	29.4	82.8	44.2	49.5	65.1		28.1	65.8
春 江	33.0	91.7	49.5	29.7				
坂 井	38.7	68.5	38.8	45.6	45.0		10.0	62.0
鶴	66.4	75.6	47.6	41.3				
森 田	25.6	62.2	40.2	32.4				
麻生津	22.6	64.4	51.6	19.5	50.7			
福 井	41.4	46.2	38.8	22.4	66.7	48.0	41.4	83.1
センター	19.6	83.3	57.8	41.4	16.4		16.3	65.9
神 明	21.7	82.7	48.9	16.2	36.5			
鯖 江	19.0	78.6	30.7	36.2	71.7		11.3	80.8
武 生	35.5	69.4	52.0	40.0	43.7			
味真野	52.8	83.0	46.6	9.5				
中 郷	40.7	79.5	52.7	51.9	70.6			
教 賀	45.4	72.7	45.2	47.0	7.5		10.8	22.8
自排福井						21.8	50.7	24.0
自排鯖江						12.5	20.8	58.9
自排教賀						66.6	31.1	52.7
合 計	35.0	77.1	44.8	32.2	49.2	38.0	21.0	55.4

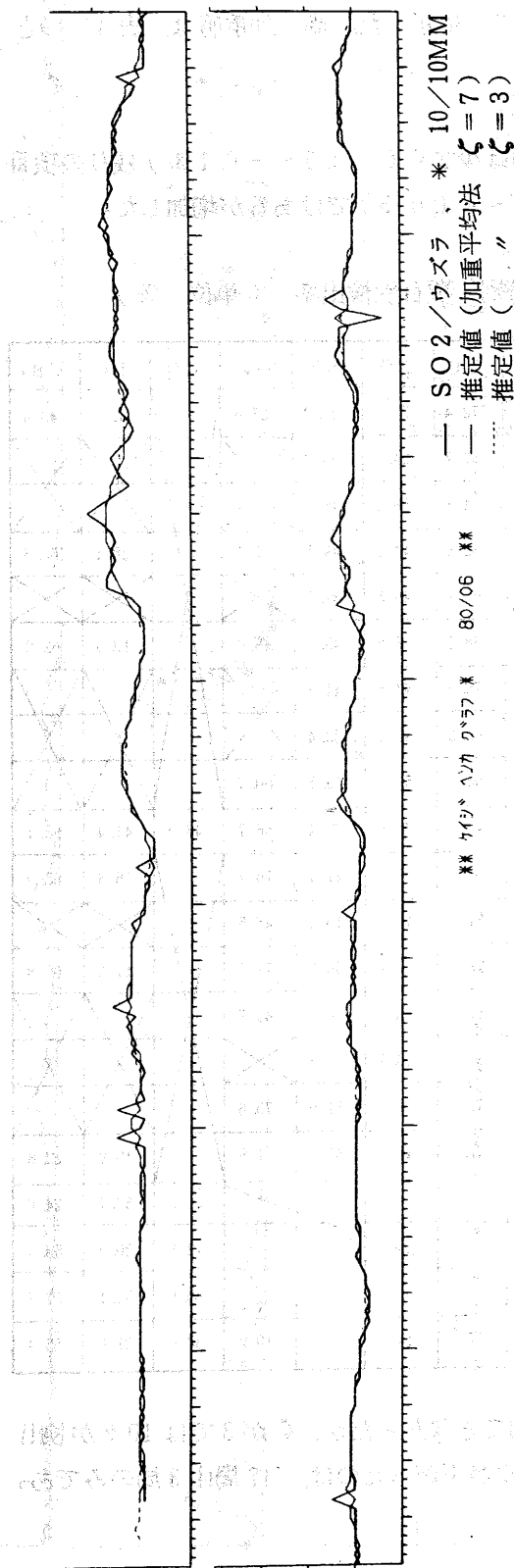


図 2-1 実測値と推定値 (SO₂)

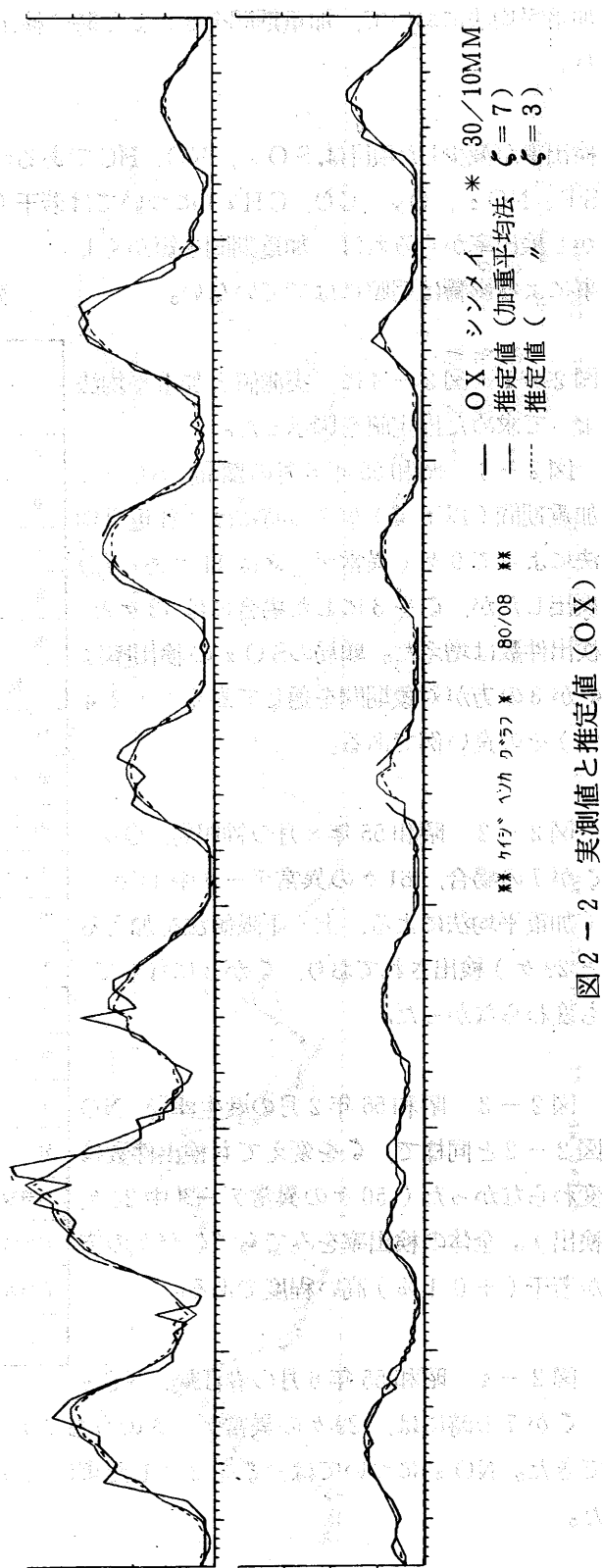


図 2-2 実測値と推定値 (OX)

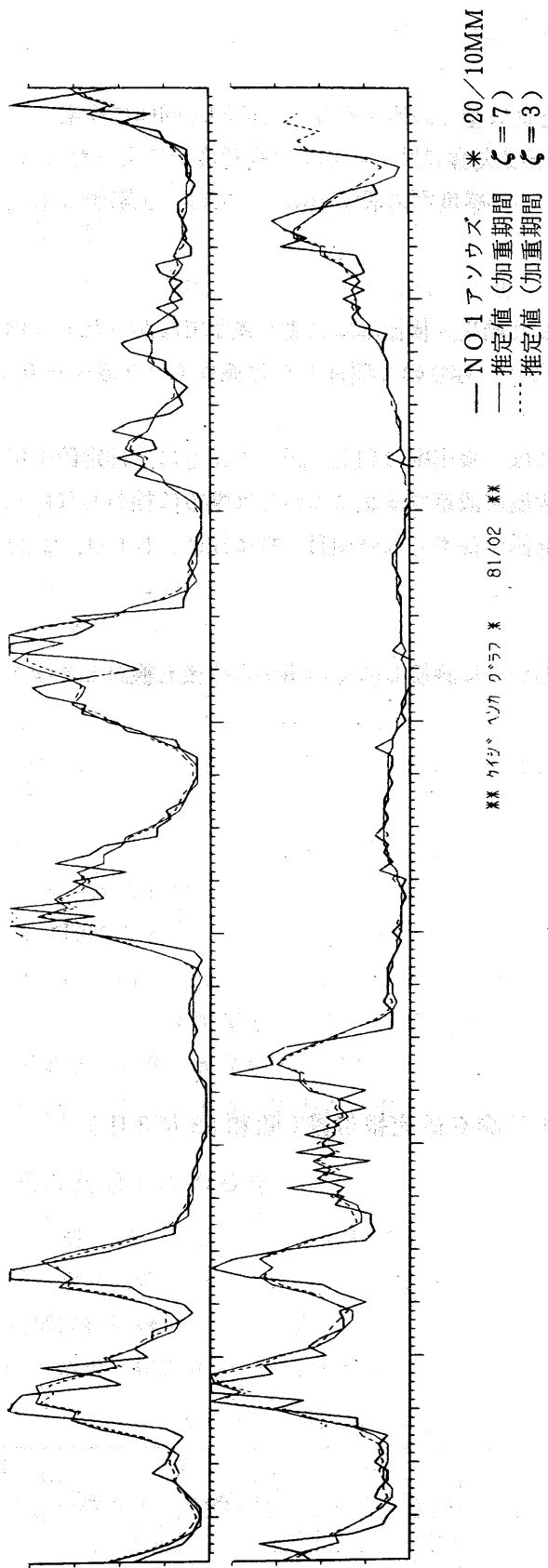


図 2-3 実測値と推定値 (NO)

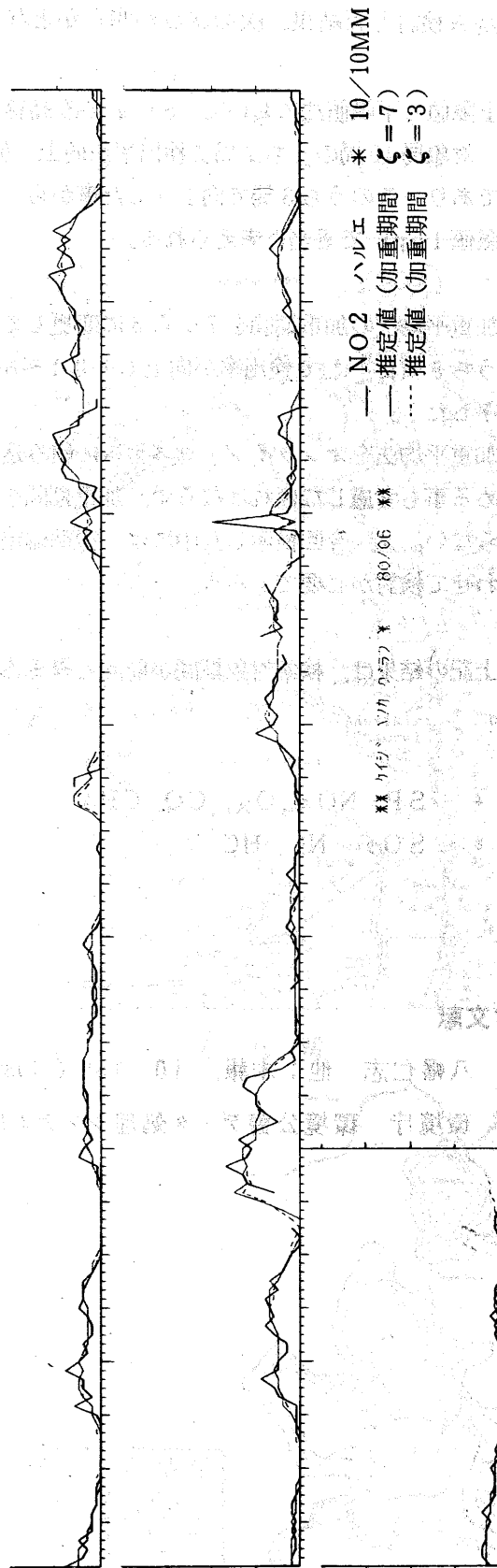


図 2-4 実測値と推定値 (NO)

V 結 語

今回、異常データの検索方法として上限値・下限値法と加重平均法を組み合わせた方法について、前回に引き続き検討した結果、次の諸点が明らかとなった。

1. 上限値・下限値法において、 SO_2 のみ高感度型と従来型で設定値を変えて前回と同様に検索した結果、対象局10局のうち7局で検出率が向上（但し、検索対象期間の最初より高感度型であったのは5局であり、このうち3局で向上）したことから、 SO_2 の高感度型の設定値については、上限値 20 ppb、下限値 1 ppb で妥当と考えられる。
2. 加重平均法の加重期間を7から3に変更して検索した結果、検出率にあまり差がでなかった（8項目のうち5項目*⁴で検出率が向上（+0.1～+1.0%）、残りの3項目*⁵は減少（-3.5～-0.1%）した）。

加重平均法をオンライン・システムに組み込む際には、検出率の向上を図るとともに、推定値を早く求める事も考慮しなければならず、加重期間をどの程度に設定するかについては慎重に検討しなければならない。又、今回検索した中には、標準偏差の3倍値が妥当でない項目（特にSP）もあり、上記と合わせて検討が必要であろう。

上記の結果は、検索対象期間が前回と異なる為、いちがいに評価しにくいことから今後も検討してゆきたい。

*⁴ SP, NO_2 , O_x , CO, CH_4

*⁵ SO_2 , NO, HC

参考文献

- 1) 八幡仁志 他：本報，10. 159（1980）
- 2) 環境庁 環境公害データ処理システムに関する調査研究報告書（昭和53年3月）