

大気汚染常時監視システムにおける 自動計測機の欠測要因別調査結果*

加賀谷 秀 樹**・幕 田 豊二郎**・阿 部 弦 作**

1. 調査目的

宮城県では、大気汚染常時監視システムが導入されてから8年が経過した。当初は、4局であったのが昭和53年4月時点では23局となり、処理データ数も膨大となっている。一方、大気汚染物質も公害対策の推進により、その値が低濃度に移行する状況にあり、そのため低濃度を精度よく正確に測定される計測機が必要とされる。しかし、従来から問題とされていた機器の故障やトラブルも、依然として多いのが実情である。

そこで、計測機器の適正管理を行うにあたり、故障の早期発見およびデータ処理の迅速化を高めるため、欠測要因別の検討を試みたので報告する。

2. 調査方法

大気汚染監視測定局（以下、測定局という）に設置し稼働している自動計測機（以下、計測機という）について、昭和52年度における欠測率と欠測要因の状況を整理し調査対象とした。調査の要因別分類については、大気汚染監視網管理研究会の分類¹⁾に準拠した。なお、調査対象局および項目は表1のとおりである。

2・1 データ収集フロー

測定局からのデータ収集システムは図1のとおりである。オンライン系では、10分間隔のポーリングによりデータがミニコン（NEAC/M4）に入力され、一時間ごとに

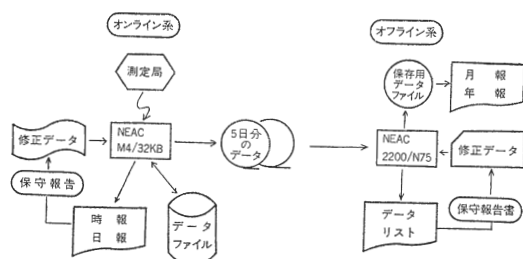


図1 データ処理フロー

演算処理されている。この一時間値の算定には測定項目別に演算式があり、①積分型、②瞬時型、③風向型の3種類で演算している。①の積分型は、6回のポーリングのうち2回データがとれた場合演算する。②、③の場合は、6回のうち1回でもデータがとれた場合演算するので、データを得る確率が高い。このようにして、項目別、局別にディスクファイルへ登録されたデータは、1日分ごとに自動的に磁気テープに出力され、オフライン系の入力データとなる。また、日報もリストとして出力され、1日間隔の異常値を監視している。ここでは、データが異常値となるケースについて経験的に把握した職員が、異常値とおもわれるデータを出力した計測機について、保守委託会社に点検を指示し、適正稼働の有無や状況報告を受け、その結果により必要な措置をとっている。

オフライン系では、5日間隔でデータをリストに出力し、長期的なデータの変動を監視のうえ評価することによって、1カ月分のデータが蓄積された段階で月報を作成している。ここでも、月間間隔でのデータチェックを行い『長期的視野』でのデータの異常を発見し、欠測処理可否かの判断を加え公式データとして報告している。

2・2 欠測要因別分類

データが欠測となる事由については、『大気汚染常時測定網の管理方法に関する研究』¹⁾第7章3 測定データにおける欠測判断基準の指針を参考とし、下記の7要因に分類した。特に分類Cの項目である機械的理由については、保守委託会社よりの欠測事故処理の報告書を検討のうえ可能な系統別に細分類を試みた。

これらの分類は以下のとおりである。

(A) 保守管理上やむをえざる理由

* Result of Researching for Important Factors in Erased Measurement on the Air Pollution Monitoring System.

** Hideki KAGAYA, Toyojiro MAKUTA, Gensaku ABE (宮城県公害技術センター) Miyagi Prefectural Research Center for Environmental Pollution Control.

表1 欠測調査対象局および項目(上段 設置年度, 下段 型式名)

計測機 測定局	SOx	NOx	Ox	CO	O ₃	HC	W・D W・V	TEMP HUM
白石	50 GRH-73	50 TGA-202	*	*	*	*	50 OTA	*
柴田	48 GR-3C	48 GP-5B	*	*	*	*	48 OTA	*
岩沼	47 GR-3C	48 GP-5B	48 GX-6	*	*	*	52 小笠原	49 OTA
名取	47 GR-3C	*	50 GX-6	*	*	*	52 小笠原	*
多賀城	52 GRH-73	47 GP-5B	48 GX-6	*	49 DASiBi	*	50 OTA	49 OTA
多賀城第2	48 GR-3C	49 GP-5B	49 GX-6	*	*	49 BECKMAN	48 OTA	*
塩釜	52 GRH-73	50 TGA-202	51 GX-7	*	49 DASiBi	49 GH-6	50 OTA	49 OTA
七ヶ浜	52 GRH-73	48 GP-5B	*	*	*	*	50 OTA	*
七ヶ浜第2	48 GR-3C	*	*	*	*	*	48 OTA	*
利府	52 GRH-73	48 GP-5B	*	*	*	*	50 OTA	*
泉	49 GRH-3	*	*	*	*	*	49 OTA	*
松島	49 GRH-3	49 GP-5B	49 GX-6	*	*	49 GH-6	49 OTA	49 OTA
矢本	47 GR-3C	48 GP-5B	*	*	*	*	52 小笠原	*
矢本第2	48 GR-3C	*	50 GX-6	*	*	*	48 OTA	*
石巻	47 GR-3C	48 GP-5B	48 GX-6	*	*	*	52 小笠原	49 OTA
大和	49 GRH-3	*	*	*	*	*	49 OTA	*
古川	48 GR-3C	48 GP-5B	*	*	*	*	48 OTA	*
気仙沼	50 GRH-73	50 TGA-202	*	*	*	*	50 OTA	*
国設仙台	52 GRH-73	51 GPH-70	51 GX-7	*	*	*	46 小笠原	46 小笠原
国設笹岳	49 GRH-3	50 GPH-70	49 GX-6	50 APMA-10	50 DASiBi	50 AG-200	49 小笠原	49 小笠原
合計	20	15	10	1	3	4	20	7

(i) 通常点検(吸収液交換など)

時間的に短くて作業できるので欠測とならない場合が多いが、積分型の場合は異常値が算出されることもある。

(ii) 精密点検(スパン調整など)

等価液によるスパン調整をするので、この液が十分洗いとさない場合異常値となる。

(iii) Oxの零点安定化

安定化時間を24時間程度としている。

(iv) 機器更新

更新による配線ミスなどの初期トラブルがある。

(v) オーバーホール

(vi) テレメータ点検

(B) 電気的理由

(i) 停電

(ii) 電源断

過負荷によるヒューズ切れ。

(C) 機械的理由

計測機の故障やトラブルは、計測機の個性および使用年数や環境条件によってさまざまであるが、調査年度の

表2 機械的理由（C要因）による欠測事例

項目	SO ₂	Dust	Ox	NOx	W・D W・V	TEMP HUM
システム						
サンプリング系	ゲージボールひっかかり サンプリングチューブ抜け	サンプリングチューブ水たまる 分析部に虫入る	通気量下がる ガスポンプ停止 ガスポンプ故障	通気量下がる ガスポンプ不良 サンプリングチューブに水入る フィルター破損 流量調整弁のつまり	* * *	* * *
分析部系	溶液ポンプ不良 液チューブ屈曲 インピンジャー汚れ	分析部汚れ 光源ランプ切れ	向流吸収管汚れ 溶液チューブ抜け 溶液ポンプ故障 袋ナット破損	光源ランプ切れ 溶液ポンプ故障 酸化剤不良 セル汚れ 溶液チューブ抜け	プロペラ紛失 ベーク板空転	毛髪のひっかかり 毛髪の劣化
電気系	プログラマーのリレー不良 切替りレー不良	プログラマーのリレー不良 出力端子接触不良 復帰回路断線 切替りレー不良 感度調整不良	零点調整不能 ロータリスイッチの接触不良 平均値回路のリレー不良 比色部出力端子の接触不良 リセット不能	レベル計作動せず プログラマーのリレー不良 電磁弁の不良 ミニロット不良 サーボ抵抗器不良 アンプ不良 リセット不能	アンプ不良 オイルスイッチ不良	ポテンショメータの劣化 ポテンショメータのすべり

昭和52年度においては以下のような実態であった。なお、故障やトラブルの原因を④サンプリング系、⑤分析部系、⑥電気系の3系統に細分類した。その結果は表2のとおりである。

(D) 保守管理上のミス

- (i) 反応液不足
- (ii) 欠測処理ミス
- (iii) スイッチの入れ忘れ
- (iv) 中央局 CPU の定数設定ミス
- (v) 保守後の連絡遅れ

(E) 外部的理由

- (i) テレメータ信号不良
 - (ii) 局舎外部工事
 - (iii) 地震
 - (iv) オンラインのソフト変更及びミス
 - (v) テレメータ工事
 - (vi) 中央局テレメータ用 IC の劣化
 - (vii) 伝送系でのビットずれ
- (F) 測定値によるもの
- (i) アンモニア等によるマイナス値
しゅう酸トラップ取付により対処
 - (ii) マイナスおれ

表3 欠測時間数とその割合

項目	SO ₂	Dust	Ox	NO	NO ₂	CO	THC
測定局数	20	20	10	15	15	1	4
測定されるべき時間	175,200	175,200	54,750	131,400	131,400	8,760	35,040
欠測時間	7,476	4,386	5,207	15,858	8,817	4,717	13,949
割合 (%)	4.3	2.5	9.5	12.1	6.7	53.8	39.8

項目	NMHC	O ₃	W・D	W・V	TEMP	HUM	計
測定局数	2	3	20	20	7	7	144
測定されるべき時間	17,520	26,280	175,200	175,200	61,320	61,320	1,261,440
欠測時間	14,819	12,573	5,597	4,295	2,582	8,672	108,940
割合 (%)	84.6	47.8	3.2	2.5	4.2	14.1	8.6

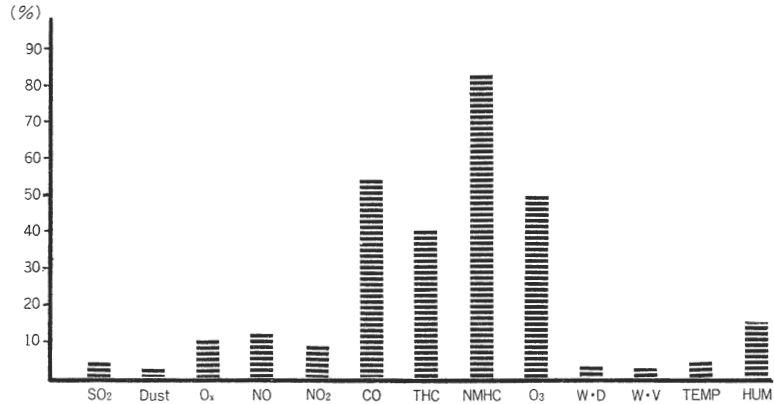


図2 項目別欠測率

低濃度のため零ドリフトにより、初期値より最終値が低くなる。

(iii) たばこのけむり

測定局が休憩室と共有されている。

(iv) 特定の煙源からの影響を強く受けていると判断されるもの

(G) その他

(i) 原因不明の計測機のトラブル

ノイズによる瞬間的誤動作

(ii) 原因不明の異常値

システムのどの部位によるか不明

(iii) 反応液凍結

寒冷地には凍結防止対策が必要。

3. 調査結果

3・1 項目別欠測状況

欠測状況をあらわすため項目別の全測定時間数に対する欠測時間数を算出し、その割合から欠測率を求めた。項目別の欠測時間数については表3のとおりであり、総計で年間約11万時間（欠測率8・6%）にのぼっている。項目別で欠測率の高いのは、CO、O₃、THC、NMHCで約40%以上の数値であり、非メタン測定用のNMHCにあっては、欠測率が85%にも及んでいる。

SO₂、Dust、W・D、W・V、TEMPにあっては3～5%以下で、NO₂、O_xでは10%以下のレベルである。以上を図示すると図2のとおりとなる。

3・2 要因別欠測状況

欠測時間をその要因別に分類することにより、どのような状況により欠測が多くなるかを調査した。調査対象

表4 項目別要因別欠測時間と欠測比（上段 時間，下段 %）

項目 \ 要因	A	B	C	D	E	F	G	計
SO ₂	817 (10.9)	703 (9.4)	1,945 (26.0)	484 (6.5)	1,413 (18.9)	1,421 (19.0)	693 (9.3)	7,476
Dust	110 (2.5)	678 (15.5)	1,518 (34.6)	332 (7.6)	1,400 (31.9)	30 (0.7)	318 (7.3)	4,386
O _x	2,442 (46.9)	156 (3.0)	1,877 (36.0)	66 (1.3)	607 (11.7)	2 (0.0)	57 (1.1)	5,207
NO	103 (0.6)	386 (2.4)	6,457 (40.7)	304 (1.9)	1,199 (7.6)	6,977 (44.0)	432 (2.7)	15,858
NO ₂	119 (1.3)	386 (4.4)	5,613 (63.7)	285 (3.2)	1,197 (13.6)	695 (7.9)	522 (5.9)	8,817
W・D	301 (5.4)	282 (5.0)	4,371 (78.1)	339 (6.1)	304 (5.4)	0 (0)	0 (0)	5,597
W・V	160 (3.7)	305 (7.1)	3,142 (73.2)	323 (7.5)	359 (8.4)	0 (0)	6 (0.1)	4,295
TEMP	9 (0.3)	92 (3.6)	1,276 (49.4)	107 (4.1)	1,037 (40.2)	0 (0)	61 (2.4)	2,582
HUM	9 (0.1)	89 (1.0)	7,142 (82.4)	107 (1.2)	1,210 (14.0)	1 (0.0)	114 (1.3)	8,672

注) A：保守管理上やむをえざる理由，B：電氣的理由，C：機械的理由，D：保守管理上のミス，E：外部的理由，F：測定値によるもの，G：その他

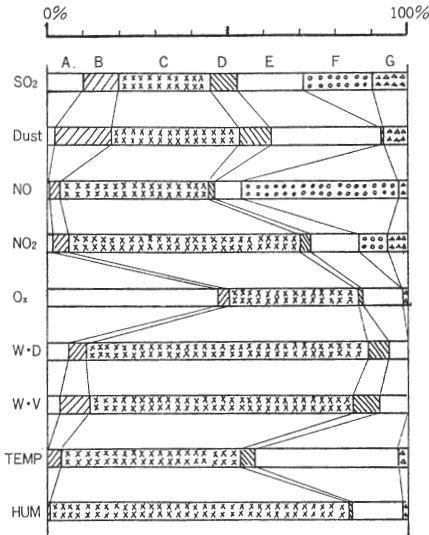


図3 要因別欠測比

は、CO、O₃、THC、NMHCを除く9項目である。その結果は表4のとおりであり、要因別欠測時間の全欠測時間に対する割合（欠測比とする）を表わしたのが図3のとおりである。

全体的にはC要因の欠測比が高く、SO₂の26%からHUMの82%にものぼり、Ox、NOを除き（OxはA要因、NOはF要因が第1位）第1位要因となっている。また、E要因は局舎外部工事が1カ月にわたって実施された測定局があったためであり、昭和52年度特有と考えるとよい。CO、O₃、THC、NMHCなどの欠測もほとんど機械のトラブルおよび修理期間であり、その概要は表5のとおりである。

C要因、E要因を除いた要因では、SO₂は機器更新に伴う調整でA要因の欠測比が高かった。機器更新による欠測は連絡体制および準備が適切であればもっと少なくできる。また遠方の測定局では、ヒューズ断によりB要因が高くなった。また、アンモニアの影響によるマイナス値の欠測比が19%もあった。Dustはヒューズ断によ

表5 欠測率の高い計測機のトラブルについて

計測機	CO	O ₃	THC, NMHC
主たる事例	自動更正不能 通気量下がり フィルターセル汚れ 零点下がり 分析部に水混入 ドレンフィルター不良 マド材不良 クーラー除湿不能	周波数コントロール不能 リレー接点不良 ポンプダイヤフラム破損	水素発生器ガスもれ FID劣化 プログラムずれ ロータリースイッチ不良 零点下がり 停電による消火リセット状態続く

表6 機械のトラブルと思われる欠測

項目	C	F	G	計(C+F+G)	1台当り換算
SO ₂	1,945	1,421	693	4,059	203
Dust	1,518	30	318	1,866	93
Ox	1,877	2	57	1,936	193 (309) ^注
NO	6,457	6,977	432	13,866	924
NO ₂	5,613	695	522	6,830	455
W・D	4,371	0	0	4,371	219
W・V	3,142	0	6	3,148	157
TEMP	1,276	0	61	1,337	191
HUM	7,142	1	114	7,257	1,037

注) 193×24/15として算出

るB要因の欠測比が高かった。

Oxは零点安定化時間を24時間としているため、1カ月に20時間程度が欠測となった。

NOはF要因のマイナスぶれが44%となり、第1位要因であった。これは本来零となるべきデータであるが、自動零点調整機構の性能劣化によりドリフトが大きくなり、(最終値) - (初期値)の演算により欠測となったものである。このようになる測定局は低濃度地域で多く、利府局では年平均値5ppbが4ppbに下がり、測定時間数も7,082時間が8,566時間にもなることになる。NO₂はNOよりはF要因が少なくなっている。

気象要素測定計測機では、C要因のほかはめだった要因はなかった。

表7 機械的理由による欠測時間

項目	稼働年数					
	6年	5年	4年	3年	2年	1年
SO ₂	84	44	24	567	*	32
Dust	198	42	130	0	*	0
NO	528	304	222	767	288	*
NO ₂	644	233	164	711	146	*
Ox	*	161	159	241	218	*
W・D	*	141	95	319	*	343
W・V	*	28	147	287	*	174
TEMP	*	*	212	*	*	*
HUM	*	*	1,190	*	*	*

注) 1台当り換算時間

表 8 機械的理由の系統別欠測時間

項目	系統 サンプリング系	分析部系	電気系	計
SO ₂	481	907	557	1,945
Dust	72	0	1,446	1,518
Ox	539	578	760	1,877
NO	2,582	1,368	2,507	6,457
NO ₂	2,268	909	2,436	5,613
W・D	*	442	3,929	4,371
W・V	*	1,102	2,040	3,142
TEMP	*	0	1,276	1,276
HUM	*	6,035	1,107	7,142

3.3 機械的理由について

欠測時間や要因別調査により欠測となる要因のほとんどが機械の故障やトラブルである。また F 要因（本県では、特定の煙源からの影響を受けていても断定できないため、ほとんど欠測とはしていない）や G 要因なども一種の機械のトラブルとも考えてよいと思われる。これらを考慮して、1 台当りの欠測時間数に換算すると表 6 のとおりとなり、HUM および NO、NO₂ が 450 時間以上となり年間測定時間数の 5% を超えている。なお、HUM については毛髪交換が長くなり欠測時間が増大したものである。

次に、この C 要因の機械的理由による欠測時間と稼働年数の関係を見るため、稼働年数別の欠測時間数を調べた。それが表 7 であり欠測時間数は 1 台当り換算である。

SO₂ は、3 年目の昭和 50 年度製の計測機に故障が多く、調べたところ稼働当初から溶液ポンプの具合が悪く、工場側の製造検査の際問題があったのではと思われる。

NO、NO₂ についても、3 年目の計測機の欠測時間が多いのは従来の型式と別のものであったために故障が多く、これも稼働当初からのトラブルで構造上問題の多い計測機であった。これらを除いて、SO₂、Dust、NO、NO₂ については 6 年目に欠測時間の増大傾向が見られ、機器更新ラインと考えられそうである。

また Ox については、稼働年数に関係なく欠測が多く性能向上が望まれる。W・D、W・V については稼働当初からの初期トラブルがあり、また強風に弱いという欠点がある。

表 8 は、機械的要因をサンプリング系、分析部系、電気系の 3 系統に分類したものである。サンプリング系のガスポンプの故障を除けば、サンプリング系の欠測は保守の仕方によって大幅に減少すると思われる。全体的に

は電気系のトラブルが多いようである。

4. 考 察

オンライン系の端末装置として自動計測機のデータ信頼性は極めて重要である。しかしながら、今回の調査によって再判明したように機械の故障やトラブルによる欠測比が高く、さらに正常稼働中でない計測機が数値を送信してくるためにもたらされる異常データの修正業務が問題となっている（たとえば、NOx の光源ランプ切れによる 000 など）。このためデータの異常性を把握した職員が、もっともらしいデータを監視して計測機のトラブルや故障を発見するため、応々にして対処が遅れたり、どの時点から生じたかという分岐点の不明確さが常に存在する。したがって自動計測機としては、設定条件の変動を越える状態（流量の変動や光源ランプ切れ）となった場合は、異常発生を示す信号を送信するなどハード面での機能を充実するべきである。また、機械のトラブルの中でも電気系による欠測が多かったが、電気系の中心をなす IC やリレーなどの耐久性を高めるため、測定局内の環境条件を空調取付などによって整備するなど、適正な保守管理体制の充実が必要である。

5. ま と め

(1) CO、THC、NMHC、O₃ の欠測率が高く、その要因も機械的理由がほとんどである。その他主要な計測機も機械的理由による欠測が多かった。

(2) NO の F 要因は零ドリフトによる欠測であり機械的理由ともいえる。これにより年平均値等が高めに算出されるので、適正評価を行うためにも計測機の性能向上が望まれる。

(3) HUM については毛髪が劣化したための欠測で、代替品の準備等が適切に行われれば欠測率は減少する。

(4) 保守管理上のミスについては、保守管理の技術マニュアルを作るなど欠測を少なくするよう努力したい。

(5) 電気系のトラブルを減少させるため、空調取付などの環境条件を整備していきたい。

(6) 昭和 50 年度製の SO₂、NOx については当初からトラブルが多く、構造上に欠陥があったためであり計測機として十分吟味されたものとはいえない。

(7) SO₂、Dust、NOx については、6 年経過した計測機が 5 年以内の計測機より欠測時間が増大の傾向にある。機差等もあるが一応機器更新基準のラインと判断できそうである。

—引用文献—

- 1) 大気汚染網管理研究会：大気汚染常時測定網の管理方法に関する研究，1976。
- 2) 松浦 勉：宮城県公害技術センター報告，Vol. 5，pp. 36～38，1977。