

## 目次

大気常時監視システムの今後のあり方について	環境監視事業第2ユニット	池澤 健
大気質保守管理の仕事から学んだこと	環境監視事業第1ユニット	鈴木 史行
今月のキーワード：	大気質監視での湿式測定機と乾式測定機	

## 大気常時監視システムの今後のあり方について

環境監視事業第2ユニット 池澤 健

昭和43年に大気汚染防止法が制定され、都道府県知事の義務として大気汚染の状況を常時監視し、その結果を公表するとともに、必要に応じて緊急時の措置をとることが定められた。そこで、各都道府県（政令市含む）では、大気常時監視システムを構築し運用することとなった。当初は、中央監視局（親局）に大型汎用コンピュータを用い、各測定局（子局）に設置された測定機の出力を、子局用インターフェイスを介して通信回線を用いて収集する（テレメータ）システムであった。そのため非常に高価なシステムとなっていた。その後のコンピュータ関連技術（IT）と通信技術の進歩により、徐々に小型化されてきたものの、基本となる収集データの種類はほとんど変化していない。

現在、全国的环境大気常時監視システムは、一般に各測定局と親局の間を通信回線（有線・無線）で結びリアルタイムで大気常時監視データを収集している。これらのデータは、測定局に設置された自動測定機の濃度信号（アナログ0 - 1V）とレンジ信号により数値化し、計器制御用信号（リセット信号など）や機器調整中、故障などの欠測信号から子局装置又は親局コンピュータで処理して時報データなどとしている。この時報データを基に緊急時通報や月報、年報の作成などのデータ処理を行っている。（図 - 1 参照）

近年は、環境省の「そらまめ君」により、全国の自治体が収集した1時間値データがすぐに Web 上で公開されている。しかしながら、これらのデータは、「速報値」であり、確定値とは必ずしも一致しない。それは、データ収集後に自動測定機により記録された記録紙のデータと照合したり、熟練者（専門技術者）による異常値判定（一部はコンピュータによる自動化がされている）を行い、最終的に「確定」させるためである。

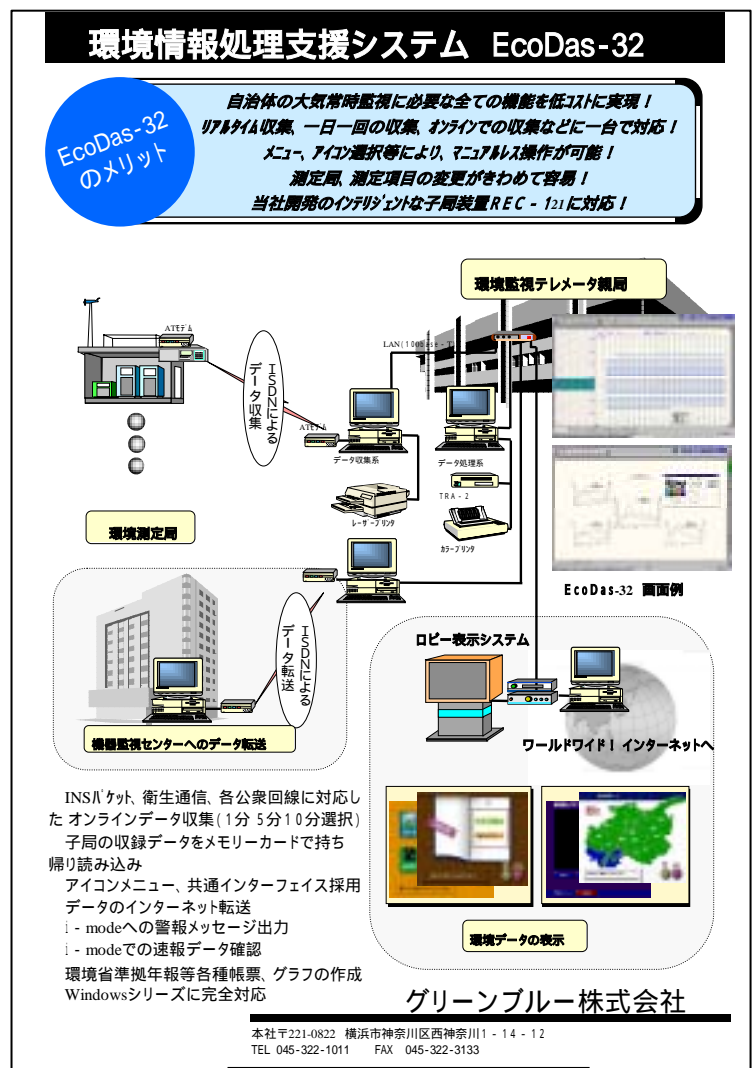


図 - 1 システム概念図

これまでの大気常時監視システムは、測定データの取得率を向上させ、リアルタイムでのデータ収集に寄与することを目標に改善されてきたものである。

しかし、近年のコンピュータや通信システム技術の発展に伴い、「そらまめ君」の速報値と確定値の違いの極小化、確定作業の繁雑さの解消など、システムに対する新たなニーズが生まれてきている。つまり、これまでは単に測定局に設置された測定機から出力される測定データを収集・処理する機能だけであったが、測定データの品質（精度・信頼性）を担保する情報を合わせて取り込み、コンピュータによる情報処理によって、測定機稼働状況の的確性判断やデータスクリーニング手法（表-1 参照）を用いた異常値判定の補助などが可能となってきた。

これらの測定機稼働状況の情報取得（状態監視信号）は、測定機が湿式主体から乾式主体に変わってきていることに伴い、内容が変化してきている（表-2 参照）。また、測定機の保守管理の面からは、湿式測定機は吸収発色液の色の付き具合、バブリング状態など測定機の稼働状態が視覚的に捉えやすかったが、乾式測定機では、視覚的に捉えることが難しい反面、検出部の温度・圧力・流量などの情報取得が容易になったことが挙げられる。

従って、これからの大気常時監視システムに求められる機能は、データの収集・処理機能が安定的に稼働することは当然として、測定データの品質を担保する情報をどのように、どれだけ収集し、どのように処理するかを設計段階で吟味し、システム構築に反映させることが大事になってくる。そのためには、単にコンピュータ技術・通信技術のみではなく、測定機の保守管理技術やデータ処理・評価技術など総合的なノウハウを保持することが必要となる。

また、この大気常時監視システムで得られる測定機の稼働状態データにより、リアルタイムでデータ確定作業を行うことが可能となる。従って、速報値と確定値の違いを小さくできる。異常が見られたときは速やかに測定機の臨時保守点検を行うことで欠測を最小限に止めて、測定データの取得率向上にも寄与できることとなる。

グリーンブルーからは、これまでに大気常時監視システムの構築はもとより、測定機の保守管理や環境調査レポート作成など、幅広い業務に深い知識と経験を持った技術者が多く育っている。これらの優秀な技術者による大気常時監視システムの開発でより一層、顧客ニーズを満足するシステムを送り出していきたいと思うのである。

表 - 1 スクリーニング手法  
（環境大気常時監視マニュアル抜粋）

NO	種類	内容
1	上下限值	各項目毎に上限値、下限値を設定してその範囲超過をチェックする。
2	階差上限値	それぞれの1時間値の前後のデータを比較して、その階差上限値を超過したものをチェックする。
3	変分上限値	それぞれの1時間値の時間的变化率について変分上限値を設定してチェックする。
4	周期性	データの変化が一定時間ない場合や、単調増加または減少をチェックする。
5	同一局項目間比較	NOとCO、NOとNO2、NOとSPMなど、経時変化パターンが同じ傾向を持つ項目についてチェックする。
6	隣接局比較	同一項目の隣接局との比較を行いチェックする。

表 - 2 測定機から出力される状態監視信号の例（湿式・乾式比較）  
（SO2計・NOx計・Ox計）

分類	信号項目	内容
湿式計	電源断	電源が切れた。
	校正不能	ゼロ、スパン校正時に校正範囲を超えた。
	セル出力劣化	非職セルの出力電圧が低下した。
	計量不良	吸収瓶に吸収液が計量されない。
	異常値	マイナス指示となった。
	大気流量	流量が規定の範囲から外れた。
	フィルター詰まり	フィルターが詰まった。
乾式計	電源断	電源が切れた。
	校正不能	ゼロ、スパン校正時に校正範囲を超えた。
	光源出力劣化	光源出力が低下した。
	検出器出力異常	検出器出力が規定範囲から外れた。
	検出器温度異常	温度が規定範囲から外れた。
	コンパ-タ温度異常	温度が規定範囲から外れた。
	異常値	マイナス指示となった。
	流量異常	流量が規定の範囲から外れた。
	圧力異常	圧力が規定範囲から外れた。
	フィルター詰まり	フィルターが詰まった。

# 大気質保守管理の仕事から学んだこと

環境監視事業第1ユニット 鈴木 史行

私が、測定機器の保守・管理の仕事をはじめたとき、二酸化硫黄・窒素酸化物・光化学オキシダントに関しては、測定方法に湿式と乾式の二つの種類（今月のキーワード参照）があることを教わった。当初、測定方法は基本的に一種類しか存在しないと思っていたので、複数の方法があることが印象深かった。さらに、原理が全く異なるところが驚きでもあった。

今回、第1ユニットの東京保守サブユニットで接する機会の多い自動測定器の湿式および乾式の機器のなかで、NOx 計について記すことにする。

## 乾式自動測定機

我が国では、二酸化硫黄・窒素酸化物・光化学オキシダントの測定には、大気試料を一度吸収液に吸収させ、その反応から濃度を測定する湿式測定法が用いられてきた。これに対してガスのままで測定できる乾式測定法が、平成8年10月25日に環境基準に基づく測定法として追加された。

乾式測定法として採用されたのは、紫外線蛍光法による二酸化硫黄、化学発光法による窒素酸化物および紫外線吸収法もしくは化学発光法による光化学オキシダントである。乾式測定法は欧米では1980年代から使用されてきたが、わが国では歴史の浅いものであり新しい技術によるものである。また、湿式測定法のように吸収液を用いないため、吸収液の調製・交換・廃棄の作業が不要で維持管理が容易である。

## 湿式測定法（ザルツマン試薬を吸収液とする吸光光度法）

ザルツマン法は、N - 1ナフチルエチレンジアミン二塩酸塩、スルファニル酸および酢酸の水溶液を吸収液としている。二酸化窒素は、水に吸収されると亜硝酸および硝酸を生成するが、亜硝酸の生成率は、吸収液の組成、二酸化窒素濃度、吸収条件等に依存し、一般的には係数を含む次式で表わされる。



式中の  $x$  はザルツマン係数と呼ばれ、二酸化窒素が吸収液（ザルツマン試薬）に吸収され、反応して生成する亜硝酸イオンの量と初めの二酸化窒素との生成比率（ $\text{NO}_2^- / \text{NO}_2$ ）である。

ここで生成する亜硝酸は、スルファニル酸とジアゾ反応し、ジアゾ化スルファニル酸塩として吸収されます。このジアゾニウム塩は、発色剤であるN - 1ナフチルエチレンジアミン2塩酸塩とカップリング反応し、アゾ染料を生成し、桃色に発色する。この発色の 545nmにおける吸光度を測定し、二酸化窒素濃度を求める方法である。

一酸化窒素は、ザルツマン試薬とは反応しないので、硫酸酸性過マンガン酸カリウム液を満たした酸化器に通して二酸化窒素に酸化した後同様に測定する。

## 乾式測定法（オゾンを用いる化学発光法）

試料大気にオゾンを反応させると、一酸化窒素（NO）から励起状態の二酸化窒素（ $\text{NO}_2^*$ ）が生じ、これが基底状態に戻る時に光を発する（化学発光）。この化学発光の強度を測定することにより、試料大気中の一酸化窒素濃度を測定することができる。一方、試料大気をコンバータと呼ばれる変換器に通じて二酸化窒素を一酸化窒素に変換した上で化学発光の強度を測定すると、試料大気中の窒素酸化物（一酸化窒素 + 二酸化窒素）の濃度が測定でき、これらの測定値の差を求めることにより試料大気中の二酸化窒素濃度を測定することができる。



すなわち、一酸化窒素とオゾンが反応すると二酸化窒素 ( $\text{NO}_2$ ) が生成され、一部は一定の割合で励起状態の  $\text{NO}_2^*$  となる。それが基底状態に戻る時に、励起エネルギーが光エネルギーとして放出されるので、その強度を測定することによりオゾン濃度が測定されることになる。

したがって、オゾン濃度を十分に過剰にすれば、発光強度  $I$  は一酸化窒素濃度と比例する。一酸化窒素とオゾンの反応の発光スペクトルは、600～3,000nmの波長帯域にあり、極大波長は、1,200nm付近である。他の化学発光の影響を除くために、光電測光部に光学フィルタを使用する。光電測光部には、光電倍增管 (PMT) や光電素子が使用されています。また、他の物質の化学発光と同様に、共存成分  $M$  と励起分子が衝突して励起エネルギーを失うクエンチング (消光) を起こすこともある。一般に、クエンチングを起こすガスとしては、二酸化炭素および水分が知られていますが、大気中の二酸化炭素濃度程度では測定への影響は無視できる。水分については、除湿器や調湿器を付加することによりその影響を除去する。窒素酸化物の中で、オゾンとの化学発光によって測定できる物質は一酸化窒素のみです。したがって、二酸化窒素は  $\text{NO}_2^*$   $\text{NO}$  コンバータによって窒素酸化物をすべて一酸化窒素として測定し、別途測定した一酸化窒素の量を差し引くことにより求めることができる。

### 保守管理を行う上では

乾式測定機が、登場してから湿式測定機は減少の一途である。この理由の一つに吸収液の問題がある。湿式の場合は、吸収液を持参する必要があるため常に車両を使用しての点検作業となる。しかし乾式の場合は、通常は大きな荷物がないことから電車等の公共交通機関を利用して点検を行うことができる。このことは環境負荷の面からも注目できる利点である。デメリットとしては、分析部がブラックボックスになっている点である。したがって装置の故障が起きると、乾式測定機は修理がその場で対応できないことが多い。配管の経路や、機器の動作をみるためには、湿式の方がわかりやすく勉強はしやすい。湿式、乾式共にいろいろな場面を利用して測定機について勉強していくことが大切である。

今回この原稿を書きながら気づいた点は、日々の業務に追われて、測定機について深く考えずに作業を行っていたことである。今回の原稿を作成しながら、測定機の勉強をすることができたのは、私にとって大きな収穫となりました。このような機会を与えていただいたことを深く感謝します。

## 今月のキーワード： 大気質監視での湿式測定機と乾式測定機

大気質の常時監視をする測定機に、わが国では 1970 年代から今日まで湿式測定機を使用してきた。これは欧米諸国が 1980 年代初頭には、湿式から乾式測定機に移行が完了していたのと対照的である。湿式測定機は化学分析の原理に基づいたもので、 $\text{NO}_2$  の測定に用いるザルツマン試薬とかオキシダントの測定に用いる沃化カリ溶液とかを用いて測定を行う。これに対して、乾式測定機は物理の原理に基づいたもので、化学発光法とか紫外線吸収法とかが用いられる。わが国は長らく湿式法を用いていたため、先進国では唯一国連の大気質統計から除外されてきていた。これからは、国連の環境統計に我々が日々努力して集めた常時監視データの統計値が載ることになる。

### 編集後記

今回は、大気汚染を常時監視するために働いている環境監視事業の2名の方に投稿してもらいました。ベテランと新人、監視システムと保守管理という異なる背景の二人に、大気質の常時監視を支えるそれぞれの仕事について語ってもらいました。(堀江)

---

発行 グリーンブルー株式会社

URL:<http://www.greenblue.co.jp/>

横浜本社 〒221-0822 横浜市神奈川区西神奈川 1-14-12

Tel.045-322-3155 Fax.045-322-3133

東京本社 〒144-0033 東京都大田区東糀谷 5-4-11

Tel.03-3745-1411 Fax.03-3745-1413

編集人 堀江宥治

---