

## 多湿排ガスの連続煤塵測定

関西オートメーション㈱ 北田 正人  
Masato Kitada

### はじめに

工場排ガスには大きく分けて2つに分別する事ができる。

まず、ユーティリティの確保や廃棄物を焼却する為のボイラーや炉等の燃焼プロセスから発生する工場排ガスと、次に忘れがちなのが削る・練る・混ぜる等の生産（加工）工程上に発生する非燃焼プロセス排ガス（粉塵）の2つだ。

### 1. 燃焼プロセス排ガス

燃焼プロセス排ガスはボイラー・焼却炉・キルン・電気炉・高炉等から出る煤塵を集塵機（電気集塵機・バグフィルター・サイクロン・スクラバー等）で捕集した後流側で煤塵濃度を測定し燃焼コントロールへのフィードバックや環境保全確保に活用されている。

### 2. 非燃焼プロセス排ガス

非燃焼プロセス排ガスは、燃焼排ガスの様に対外的に見ても大きな煙突があるわけでもなく、ガス成分を計測する必要性も無く、大気に排出しているものは煤塵のみである事が大半なのでリアルタイムの監視がなされていないのが日本国内の現状である。

プロセスから発生する粉塵をバグフィルターで規定値内に抑えるために集塵しているが、このバグフィルターの状況を操業中に連続監視している事が少なく、バグフィルターのろ布が異常をきたしてからろ布の交換を行う事が多く見受けられる。

こういった非燃焼プロセスにおいても、連続して煤塵濃度を計測することにより、バグフィルターのろ布が異常をきたす前の初期不良を発見し、早期に補修を行う事があたりまえになるように微力ながら努力を続ける事ができればと考えている。

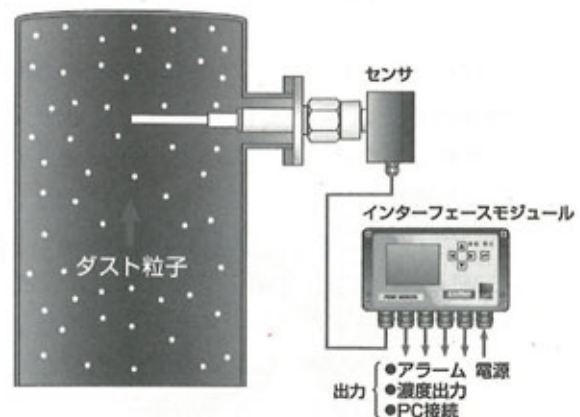
### 3. 煤塵濃度計の種類

工場排ガスを連続測定する当社の煤塵濃度計は、あらゆる需要を満たすために5種類の測定原理の煤塵濃度計を用意している。

以下に、測定原理別に説明して行く。

#### (1) エレクトロダイナミック方式 ダストモニター

排ガスダクト内を流れる煤塵粒子と検出プローブの間で発生する電荷移動を利用し、煤塵濃度に応じた電流変化を測定する方式である。



第1図 エレクトロダイナミック方式ダストモニター  
測定原理

排気ダクト内に測定プローブを挿入するが完全な非接触検出となっており国内では当社のみ販売となっている。

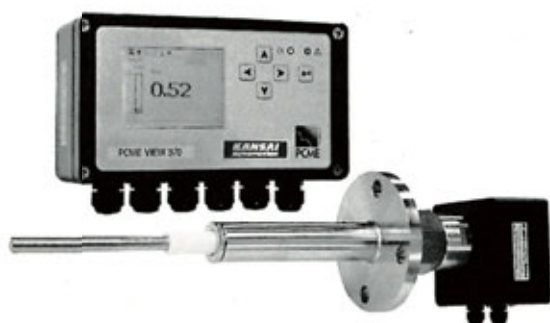


写真1 エレクトロダイナミック方式ダストモニター Leak Alert65型

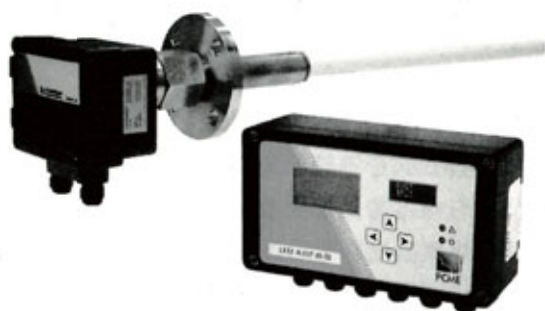


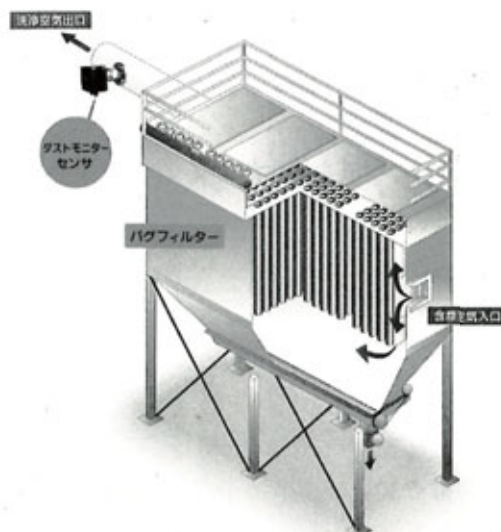
写真2 エレクトロダイナミック方式ダストモニター Leak Alert65型

このダストモニターは、煤塵濃度計の中で最も取扱いが容易でメンテナンス性能も良く、なおかつ測定分解能は $0.01 \text{ mg/m}^3$ を可能にしている。

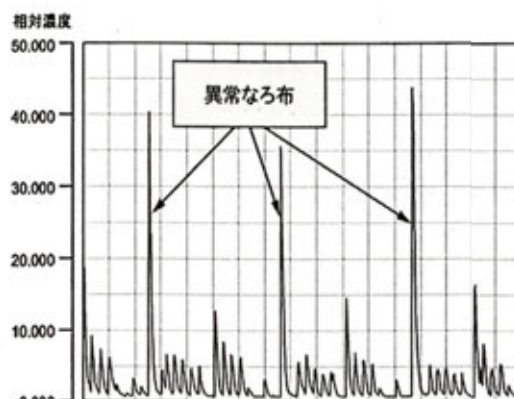
この特長により低濃度なバグフィルターの排ガス濃度の微小な濃度変化を検出する事ができ、対外的な煤塵濃度監視はもとよりバグフィルターのろ布の初期不良を発見する事が可能である。

この事はろ布が完全に破れてしまう前に、初期不良を発見する事により不本意な設備の緊急停止を無くし、計画的なろ布交換が可能になる。

更に初期不良が発生しているろ布列が特定できるので、必要なろ布列だけを交換する事も可能になりバグフィルターのランニングコスト低



第2図 バグフィルターろ布初期不良監視



第3図 バグフィルター排気濃度トレンド (ろ布初期不良監視)

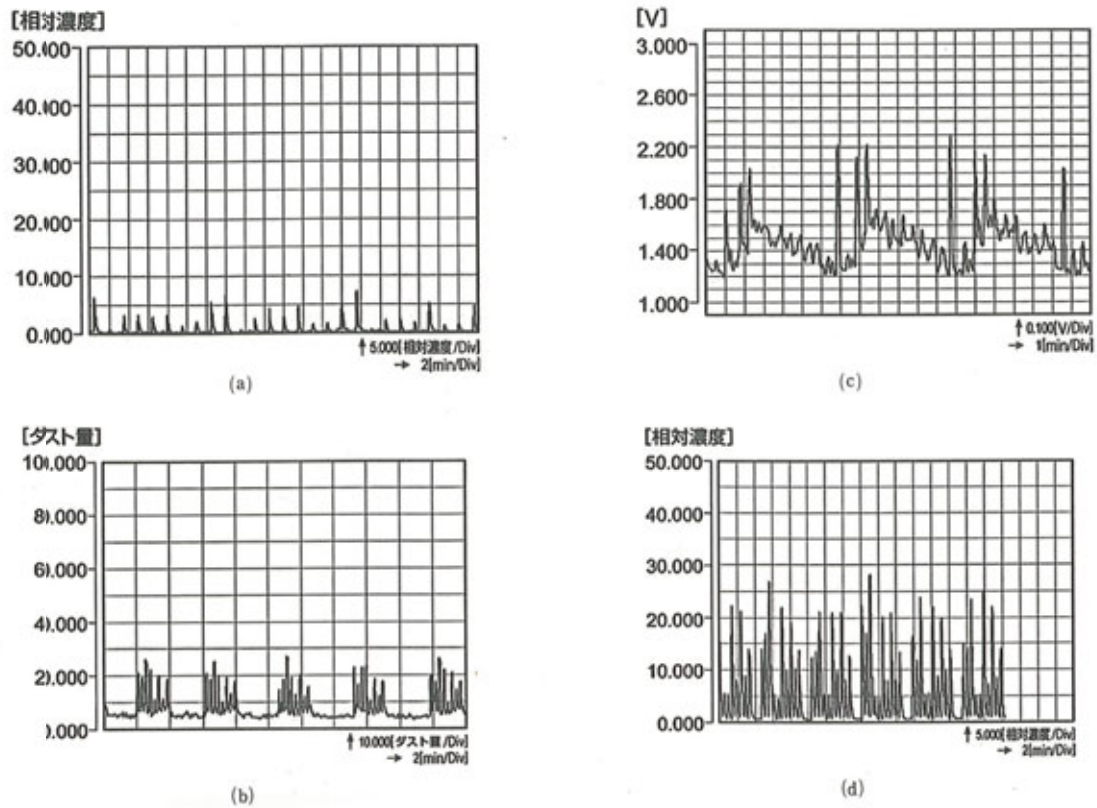
減にもつながる。

洗浄方式がパルスジェット式の場合、バグフィルター個々により濃度変化トレンドの特長が出てくる。同じバグフィルターでも洗浄圧力やインターバルを変化させる事により濃度変化トレンドは変わってくる。

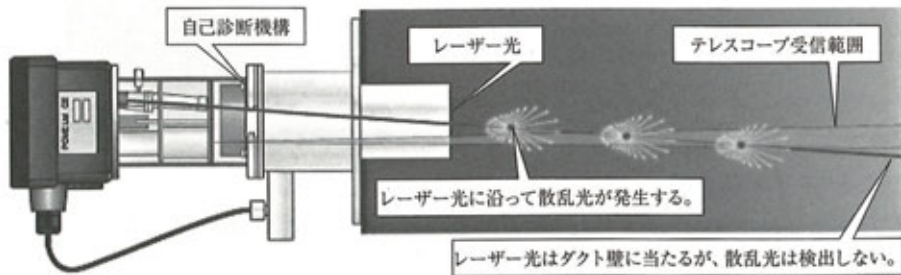
第4図に様々濃度変化トレンドを掲載する。

(2) バックスキャッター方式ダストモニター (後方光散乱方式)

排ガス中の煤塵粒子にレーザー光を照射して発生した散乱光の強度変化を読み取り、煤塵濃



第4図 (a)~(d)様々なバグフィルターの排気濃度トレンド



第5図 バックスキャッター方式ダストモニター測定原理

度に換算する。後方散乱の意味は光を照射した後方の散乱強度を検出する意味がある。

光源にレーザー光を使用し、投光部と受光部を一体化する事により、光軸調整やコールドスタート、ホットスタート等を考慮する事無しで容易な立上げが可能になっている。

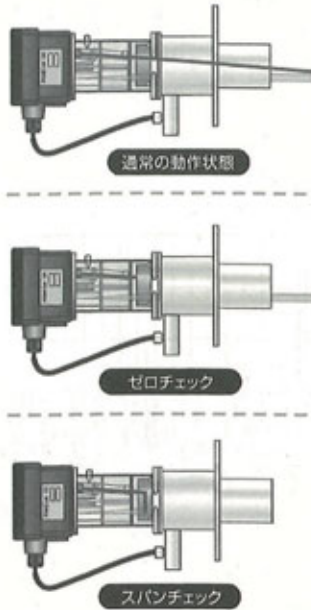
更に、投光部と受光部を一体化した事により計器自体での診断も容易になり、定期的な自己診断を行なう事によりレンズの汚れや光源に問



写真3 バックスキャッター方式ダストモニターVIEW160型

題無いかのメッセージを送る事が可能になっている。

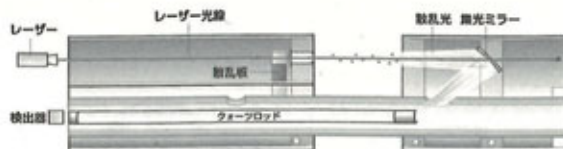
投光部・受光部、及びレンズが計器内に搭載されており、本体を排気ダクトから取り外すことなくメンテナンスすることが可能である。



第6図 バックスキャット方式ダストモニター  
自己診断機能

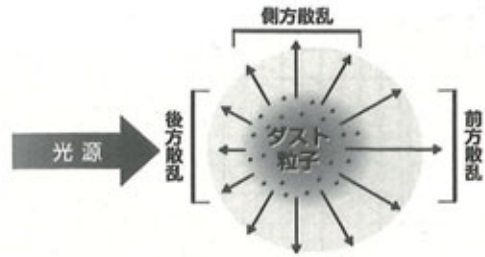
(3) フォワードライトスキャット方式  
ダストモニター (前方光散乱方式)

レーザー光線を排ガス中の煤塵粒子に照射し、その散乱光をミラーで集光しクウォーツロッドを介して受光・検出している。



第7図 フォワードライトスキャット方式ダストモニター  
測定原理

この挿入式の計器は煤塵粒子の散乱強度を得るエリアが狭いので、最も検出強度が大きい前方散乱方式を採用している。



第8図 光散乱現象の種類 (後方・前方・側方)

前方散乱の意味は光を照射した前方の散乱強度を検出するというのである。

このダストモニターは排気ダクト内に挿入されたプローブの先端のみの狭いエリアで煤塵濃度の検出を行うので、排気ガスが多湿で排気ダクト内壁部分で水蒸気化しているが、排気ダクト中心部では完全に水分がガス化しているプロセスや、排気ダクトから取付座が長い場合に使用できるメリットがある。

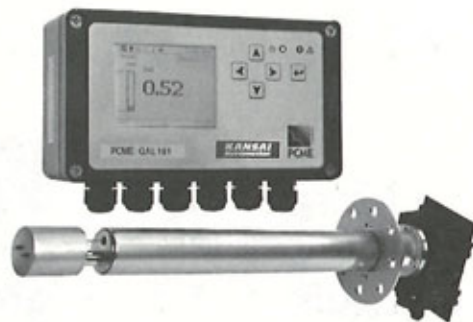
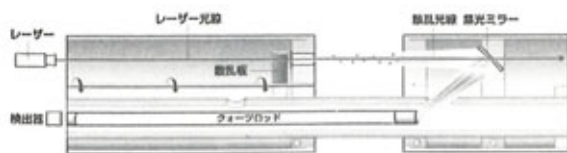


写真4 フォワードライトスキャット方式ダストモニター  
QAL181型

このダストモニターはレーザー光はダクトに挿入されているプローブの中を走っているが、投光部と受光部は本体部分に装備されているので、定期的な自己診断を行なう事によりレンズの汚れや光源に問題無いかのメッセージを送る事が可能になっている。

ただし、レンズやミラー部はプローブ先端に配置されているので、メンテナンス時にはセンサーを排気ダクトから取り外す必要がある。



第9図 フォワードライトスキャッタ方式ダストモニター  
自己診断機能

(4) ダイナミックオパシティ方式

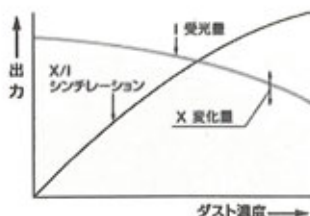
ダストモニター (シンチレーション方式)

排気ダクトを横切る光線の受光量はダスト濃度に反比例し、変化量 (ダスト粒子のキラメキ) はダスト濃度に比例する。

この法則より受光量と変化量の比 (シンチレーション: 原義は星のまたたき) を算出し、煤塵濃度を測定している。

この測定原理により、対向式ダストモニターのデメリットであるレンズ汚れや光軸ズレに対する自動補正が可能になっている。

【受光量に減少 (レンズ汚れや光軸ズレ) が生じてても、受光量の減少に比例して変化量も減少するので測定原理上自動補正になる】。



レンズの状態	変化	受光量	シンチレーション
付着なし	1	X	X/I
10%付着	0.9I	0.9X	0.9X/0.9I=X/I
50%付着	0.5I	0.5X	0.5X/0.5I=X/I



第10図 ダイナミックオパシティ方式ダストモニター  
測定原理

このダストモニターは投光器と受光器を排気ダクトの両端に設置する事により、排気ダクト

内全体の煤塵濃度を平均的に測定できるというメリットがある。したがって曲がりくねった排気ダクト (煤塵濃度分布が不安定) であったり、超大型の排気ダクト (最大15 m) でも安定した測定が可能になる。

ただし、両端設置型なので、立上げ時に物理的な光軸調整は必ず必要になってくる。

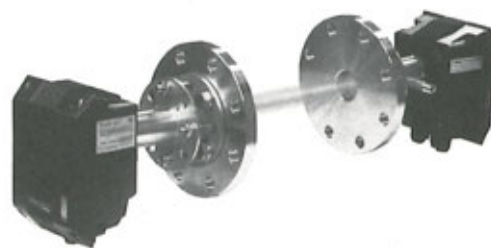


写真5 ダイナミックオパシティ方式ダストモニター  
STACK602型

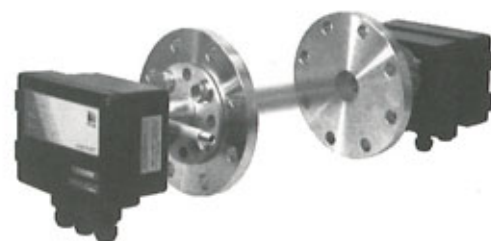
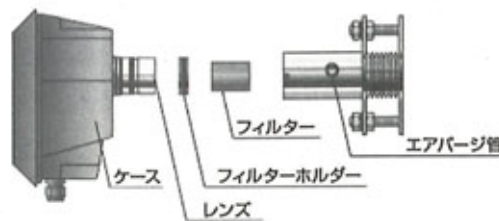


写真6 ダイナミックオパシティ方式ダストモニター  
Leak Alert480型

このダストモニターはメンテナンス性を向上させる為に、本体を排気ダクトより完全に取り外す事無く、レンズ部分を清掃できるように設計されている。



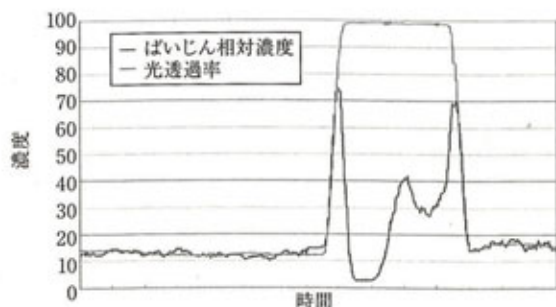
第11図 ダイナミックオパシティ方式ダストモニター  
メンテナンス性能

このシンチレーション方式というユニークな測定原理は、機種によるが受光量のみの表示及

び出力が可能になっている。

ここでいう受光量は、一般的に言われる光透過率（リングルマン係数）と同じである。

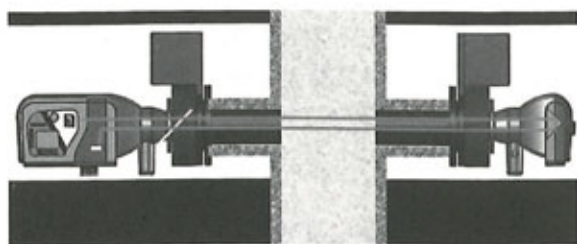
したがってこの計器は、煤塵濃度の連続測定はもとより、同時に光透過式の煤煙濃度計に要求される不完全燃焼による排ガスの黒煙化状況の監視も可能な、世界で唯一のダストモニターである。



第12図 煤塵濃度と光透過率の同時測定

#### (5) 光透過方式ダストモニター (ダブルパス方式)

送受光器より安定した広域LEDの光を照射し、排気ダクトの反対側にある反射器内のミラーに反射して送受光器に戻ってくる受光量の減衰を測定し、光透過率として表示・出力させる。



第13図 光透過方式ダストモニター測定原理

光透過方式なので、煤塵濃度変化ではなく光の遮り量を検出しているため、同じ煤塵濃度でも排ガスの色に影響される。このことより日本国内では煤煙濃度計と表現される事が多い。

ダブルパス方式なので、物理的な限界はあるが光軸ズレに対しては特殊なミラーを有した反



写真7 光透過方式ダストモニターSTACK710型

射器で対応し、レンズの汚れや光源の異常は送受光器内で光の通り道を変えたり、フィルターを挿入することによりZERO・SPANチェックを行う事が可能になっている。



第14図 光透過方式ダストモニター自己診断機能【ZERO】



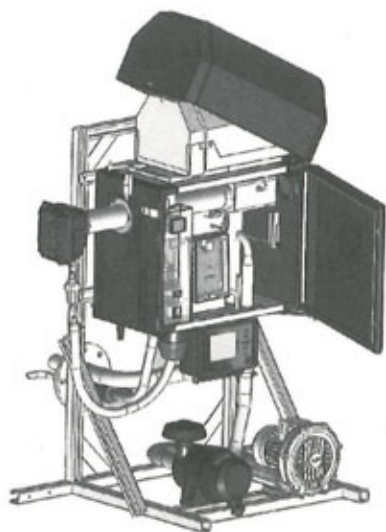
第15図 光透過方式ダストモニター自己診断機能【SPAN】

#### 4. 今後の課題

ここまで、燃焼プロセス排ガスと非燃焼プロセス排ガスの煤塵濃度測定用ダストモニターについて述べてきたが、測定技術が進歩した現在でも連続的に煤塵濃度を計測できないプロセスが存在する。

例を挙げると、発電プロセスの湿式脱硫装置の排気と非燃焼プロセスの湿式集塵器の排気の測定である。

湿式装置の排ガスは水蒸気（温度と水分によ



第16図 多湿排ガス対応ダストモニター-QAL181WS

そこで、排ガスの温度を水分が完全にガス化するまで加熱して煤塵濃度を測定するダストモニターの販売を開始している。

まだ日本国内では需要度も低く、コストも高めであるがコストダウンも含めて多湿排ガスプロセスの煤塵濃度測定に貢献して行きたい。

おわりに

昨年、ダストモニターのJIS化が成ったが、今後は各自治体認定や認定機関の設立等、関係各社とともに努力する事により、排ガスの煤塵濃度測定環境の向上に貢献できればと考えている。

って水滴)が充満されており、いかなる測定原理のダストモニターを用いても充満された水蒸気の中から安定して煤塵濃度を測定する事は不可能である。

【筆者紹介】

北田正人  
 関西オートメーション(株) 環境機器事業部

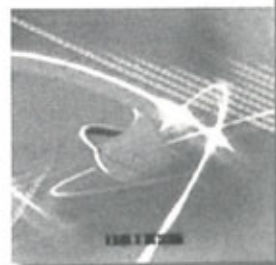
## 技術の挑戦者 次代を担う技術者へ

ベテランから若手エンジニアへの技術、そして精神の伝承が大きな問題となるなか、その道標となるよう、様々な業種の39名の先輩技術者が自身の体験談を基に、これからの若手技術者に向けた熱きメッセージを送る。

■主な内容

- 地球時代における技術者の役割
- 世界を席巻する日本油圧ショベル、その完成への挑戦
- 日本発ISO規格
- 国産ガスタービン開発への熱き想い
- 世界最高分解能X線顕微鏡への挑戦
- 知識獲得の手法 他

### 技術の挑戦者 次代を担う技術者へ



■体裁：A5判180頁  
 ■定価：1,500円+税

日本工業出版(株) 0120-974-250  
<http://www.nikko-pb.co.jp/> [netsale@nikko-pb.co.jp](mailto:netsale@nikko-pb.co.jp)