

分析装置の小型化・軽量化は著しく進んでおり、これまでの常識では想像もできないような大型装置のポータブル化が実現しています。また、それら分析装置の測定精度は向上し続けていますが、誤った取扱により本来の性能が発揮できず、全く異なる結果を得ることがあります。そこで、今年のミニファイルではポータブル型分析装置について取り上げ、その用途や測定原理、また測定精度を確保するための使用上の注意などをご紹介します。

〔ぶんせき〕編集委員会



ポータブル型 PM_{2.5} 測定装置

1 はじめに

PM_{2.5}等の大気粒子を測定するための自動測定装置等は一般的に大型で高価であり、持ち運び等に不向きである。また暖機等に時間を要するため、自動測定装置を設置してから測定までに時間を要し、固定電源も必要である。対して、ポータブル型の測定装置は軽量かつバッテリー駆動であり、30秒ほどのオペレーションシステムの立ち上げのみで測定が可能である。そのため大型の自動測定装置に比べ、暖機等の時間も不要である。本稿では、いくつかあるポータブル型測定装置の一例として、TSI社製のポータブル型重量濃度測定装置 DustTrak II (Model: 8530/8532) を用いて測定原理及び特徴等の説明をする。

TSI社製 DustTrak II (Model: 8530/8532) は、ポータブル型で空気中のダスト・煙・ヒューム・ミストなどの測定が可能で測定装置である。バッテリーで動作し、データログ機能を有している。また、内部の光散乱式レーザーフォトリテクターがリアルタイムで粒子の重量濃度を測定し、データの保存をする。大気環境の測定はもちろん、工場、建設現場、環境サイトや、その他屋外で活用することができる。図1に DustTrak II (Model: 8530, 8532) の図及び、仕様を示す。

2 測定原理

一般的な PM_{2.5} 自動測定装置等は、ポンプによって吸引した粒子をインパクターを用いて分級したのちに、分級した粒子に光を照射した際の、光散乱の強度を用いて重量濃度を算出する光散乱法を使用している。具体的には、分級した粒子を濾紙上に捕集し、捕集した粒子にβ線を当て、β線の透過量より重量濃度を算出するβ線吸収法などにより、PM_{2.5}の重量濃度を算出している。

DustTrak II では光散乱法を採用しており、自動測定装置同様にポンプによって粒子を吸引している。図2にインパクター分解図を示す。外部より吸引された粒子は装置本体に入る前に、選択された4種類のインパク

検出部：90° 散乱光のセンサーを搭載、0.1 μm ~ 10 μm までの粒子に対応

インパクター：専用の4種類のインパクター (PM₁, PM_{2.5}, PM₄, PM₁₀) が付属 (捕集効率 50%)

測定範囲：0.001 ~ 150 mg/m³ (Model: 8532), 0.001 ~ 400 mg/m³ (Model: 8530)

重量及びサイズ：Model 8530 (H135×W216×D224 mm (2.0 kg)), Model 8532 (H125×W121×D316 mm (1.5 kg))

吸引流量：1.4 ~ 3.0 L/min (初期設定 3.0 L/min)

作動温度範囲：0 ~ 50 °C

電源：リチウムイオンバッテリーにて最高12時間までの連続測定可能

図1 DustTrak II (左から Model: 8532, 8530) 及び仕様



図2 DustTrak II 専用インパクター分解図

ター (PM₁, PM_{2.5}, PM₄, PM₁₀) により捕集効率 50% にて分級される。

DustTrak II (Model: 8530) の内部構成を図3に示す。分級後、吸引口から内部に入った粒子は、流量の1/3がHEPAフィルターを通してシースエアとして利用され、それ以外の粒子は検出器へと送られる。シースエアは測定される粒子を含んだエアを覆うようにして検出器へと入る。シースエアによって検出器が保護

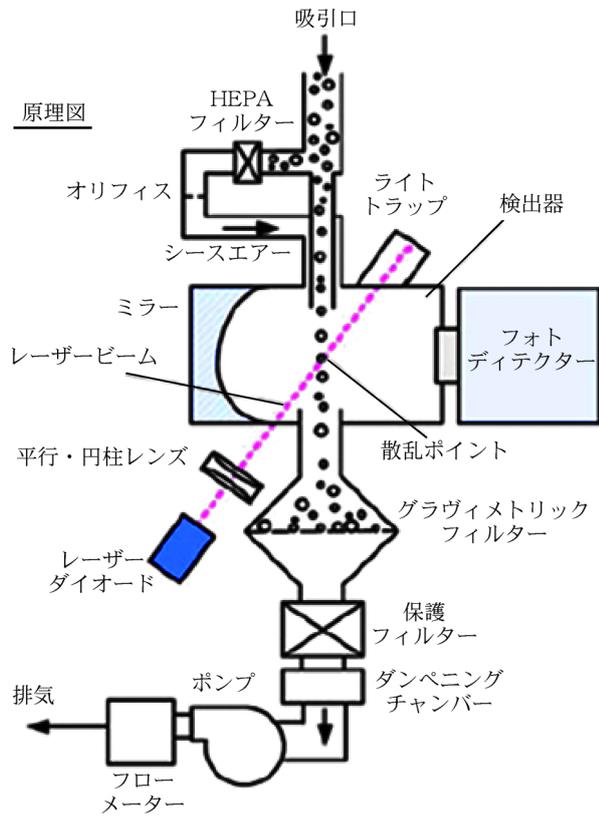


図3 DustTrak II 内部のフローライン

されることにより、DustTrak II は安定した精度を確保し、メンテナンス頻度を抑えることが可能となっている。検出器に入った粒子はレーザーを通過し、その際に散乱した散乱光はフォトディテクターにて検出される。散乱光強度は粒子濃度、粒径分布、屈折率、形状等に依存しており、フォトディテクターからの信号は瞬時に重量濃度に変換されたのち、内部のロガーに保存される。

検出後の粒子は、下部のグラヴィメトリックフィルター (φ37 mm) に捕集され、重量や成分の測定に用いることが可能となっている。また、DustTrak II では校正係数を用いて、測定結果をより精度の高い値に近づけることが可能であり、その際の校正係数の算出には以下のような式を使用する。

$$\text{新しい校正係数} = (\text{フィルターの重量濃度} / \text{DustTrak II の重量濃度}) \times \text{現在の校正係数} \cdot (1)$$

例：フィルターの重量濃度：2 mg/m³
 DustTrak II の重量濃度：4 mg/m³
 現在の校正係数：1.00

上記の場合、新しい校正係数 = {2 (mg/m³) / 4 (mg/m³)} × 1.00 となり、新しい校正係数は 0.50 となる。

また DustTrak II 内部に組み込まれたフォトディテクターの校正には TSI 社製のレーザーフォトメーター (Model: 8587) を基準機とし、アリゾナ試験粉体 (ISO12103-2) を用いてフォトディテクターの校正がされている。

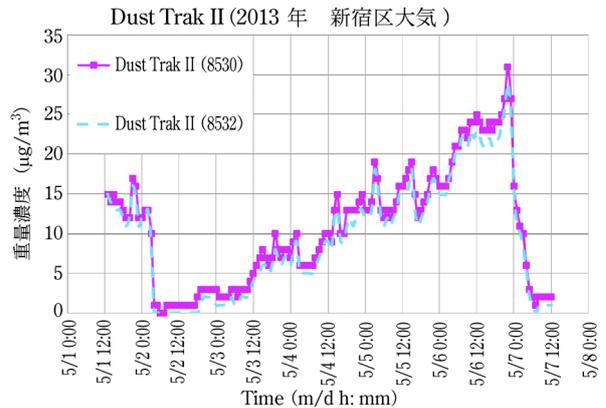


図4 DustTrak II による大気測定結果 (8530/8532)

3 操作方法

DustTrak II はカラータッチスクリーンによる操作を採用しており、指先のみで装置を使用することが可能となっている。ディスプレイ上にてリアルタイムの重量濃度を表示することができ、データの保存間隔も 1 秒～60 分に変更可能である。内部に保存されたデータは USB を用いて抜き出せ、抜き出したデータはエクセル形式にて保存されているためグラフ作成等データの編集が容易となっている。また専用ソフトウェアの使用により、装置から直接 PC へデータを抜き出すことも可能である。

4 測定事例

図4に、2013年5月の新宿区の大気を測定した結果を示す。DustTrak II は Model 8530 と 8532 を使用し、校正係数は Ambient (0.38) とした。測定期間は1週間とし、1時間ごとの値をグラフにプロットした。

以下のグラフを見ると、大気中の粒子の変化を見て取れ、装置間の同等性も確認することができた。

5 使用上の注意

ポータブル型の測定装置は大型の自動測定装置に比べ、簡易で使いやすく持ち運びにも便利であるが、その反面、測定精度の面においては大型の自動測定装置等のほうが高い精度を持っている。特に、大型の自動測定装置等は除湿用にヒーターなどが付属していることが多く、高湿度環境に対応した測定が可能となっているが、ポータブル型の測定装置等には除湿用のヒーターを内蔵しておらず、夏などの高湿度環境においては大型の自動測定装置の値と比較すると、明確な差が生じてしまう。これらの要素を理解して使用することにより、正確な測定が可能となる。

〈問合せ〉

販売代理店：東京ダイレック株式会社 <http://www.t-dylec.net/index.html>

〔東京ダイレック株式会社 中村 馨〕