



## 概要

DMS500とDMS50は、エンジンから排出される粒子の粒度分布と粒子数濃度、およびマス粒子濃度の同時計測ができるパワフルなツールです。本アプリケーションノートでは、粒子数測定の精度を上げるDMSシリーズの最新キャリブレーション方法について述べ、且つ個体粒子数の測定用に使うこれら本器固有のリアルタイムデータ処理を、どのように行うかについて述べます。

## 粒子数のキャリブレーション

単極の拡散チャージを行うコロナ放電を使った本機は、球形の粒子に較べてフラクタル粒子塊に対し、より効率的な荷電を行います（粒子塊の相対面積が広いことによる）。

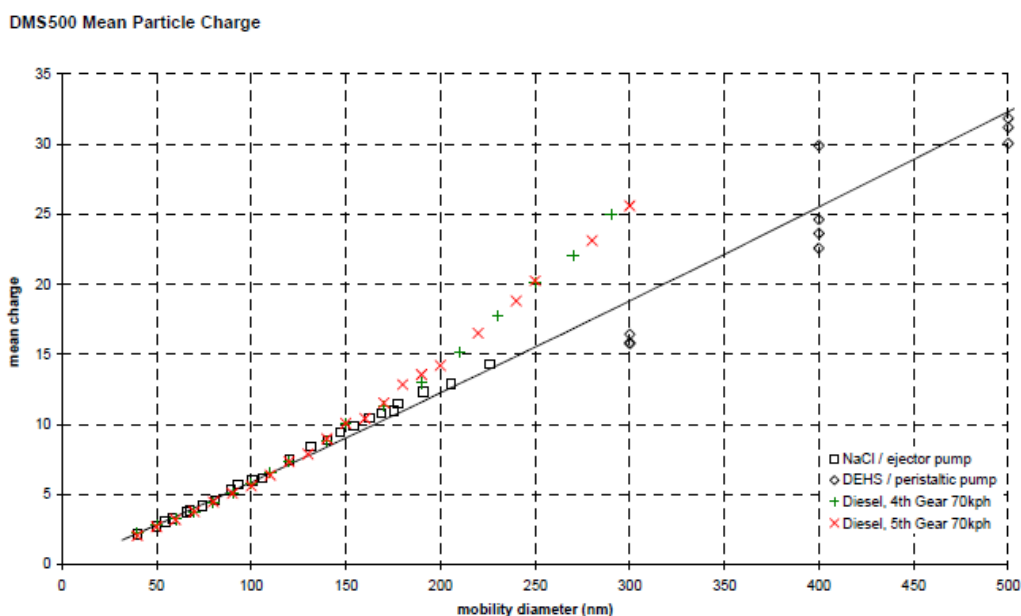


Fig. 1 : DMS500 内部における粒子塊や球状エアゾルの荷電

球状の「実験室用」エアゾルを使ってキャリブレーションした微粒子粒度分布計の電気的移動度が高くなると、実際の面積より小さい粒子塊となって現れます。エレクトロメータで検出する際に荷電量が高くなる時も、粒子数を多めに評価することになります。粒径が大きくなると、これらの差が大きくなります：

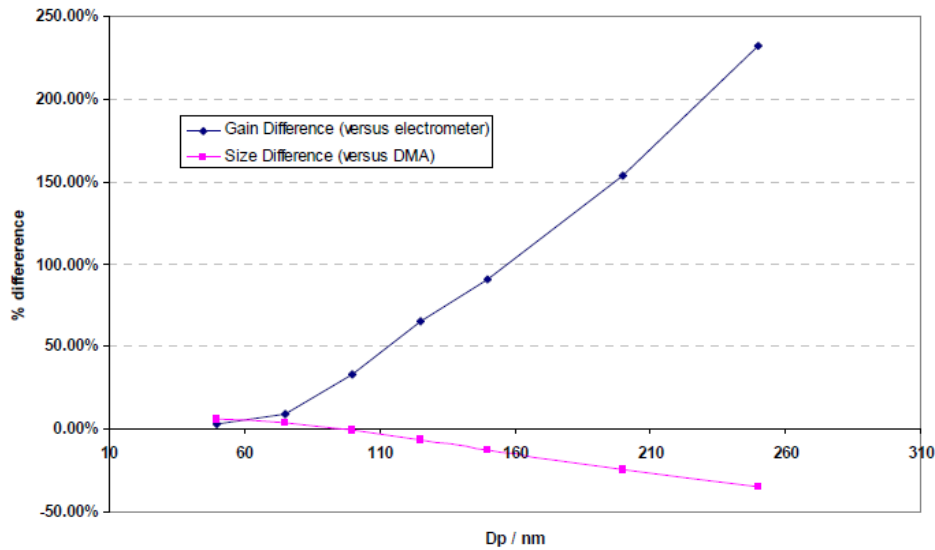


Fig. 2 : 「球状」のキャリブレーションを用いた粒径とゲインの誤差

これを解決するには実験室用の球形エアゾールを使わず、実際の煤を使って実験や経験的にDMSシリーズをキャリブレーションすることです。この「粒子塊」を使ったキャリブレーションは、ディーゼルエンジンの排気ガスのような粒子塊を使って行われます。

ディーゼルエンジンから排出されるエミッションで最も関心ある粒径範囲（50-200nm）のところを、ミニCASTで得られた煤をタンデム型DMAに通し、適切な粒径に選別して各DMSのキャリブレーションが行われます。この粒子の流れを2系統に分流して一方をDMSに（中和器を通して）流し、他方は粒子数を決めるためのエアゾール電ロメータでサンプルされます。DMSシリーズのキャリブレーションについては、キャリブレーション手順に関する項で詳細に述べます。

新しいキャリブレーションのアプリケーションは、DMS500とDMS50でやや異なります。粒径の大きな煤を発生することと、これらの煤をDMAで分級する（大きさの限界と多荷電粒子）難しさにより、煤のキャリブレーションはDMS500の上限である1μmまでは行われません。したがって粒子塊のキャリブレーションは、ログノーマルのパラメータライゼーションである凝集モード粒子にのみ適用されます。DMS50はDMS500に較べて粒径レンジが小さくなっているため、粒子塊のキャリブレーションが凝集モード粒子と全体を分離した粒度について適用されます。

このキャリブレーションは2008年以降に製造したすべての装置と、それ以前に製造した既存DMSのアップグレード時に行われます。

ユーザからのフィードバック情報と経験では、初期に行った「球」のキャリブレーションがガソリン直噴エンジンのエミッション計測で良い一致していることを示しています；詳細についてはアプリケーションノートのDMS08をご参照下さい。

### 固体粒子数測定

DMSシリーズのログノーマルパラメータライゼーションは、エンジンから排出される粒子の核生成モードと凝集モードを自動識別します（アプリケーションノート Dms06参照）。

† 最初のDMAが、最後のDMAよりやや小さめの粒子を選択するよう2式のDMAを連続的に接続しました。これにより多荷電粒子が電ロメータに入ると、結果が偏るのを減らします。

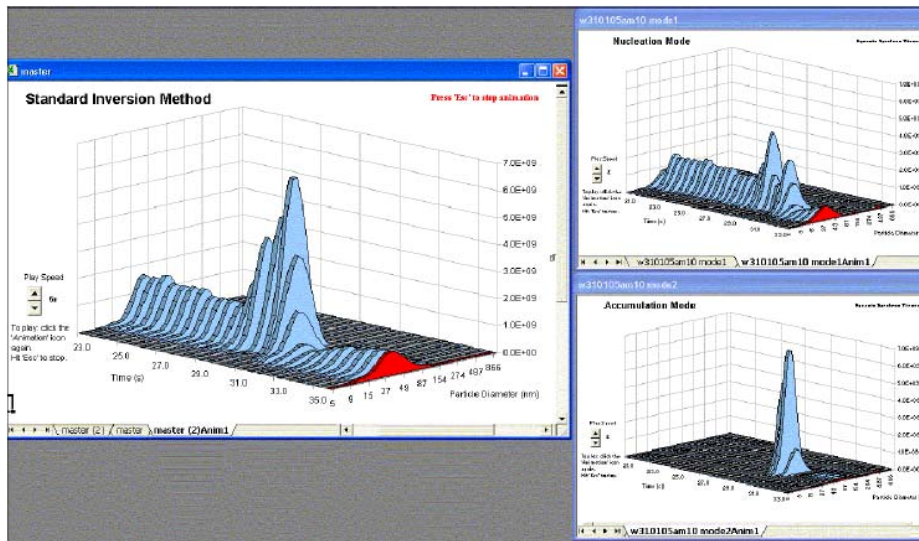


Fig. 3 : ログノーマル近似は核生成モード粒子と凝集モード粒子を識別・分離する

この機能により固体粒子数の測定に使うことができるようになりました。純粋な揮発性粒子の大部分は核生成モード粒子が占めるため、あるエアゾールが固体粒子を有する凝集モード粒子の粒子数に等しい場合には、核生成モード粒子の粒子数を無視したことになります。したがってDMSのデータ処理ツールは、「ソフトウェア的な揮発性粒子除去器：VPR」として機能することになります。

参考データ

この一例はアプリケーションノートのDms03から抜粋したものです。ディーゼル用の酸化触媒を備えた2.2l HDi コモンレールのEuroIIIに対応したPeugeot 製のモデル406をCVSトンネルに接続しました。DMS500と固体粒子数を測定するPMP対応型システムを使い、このダイリュージョントンネルから同時にサンプリングしました。定常運転およびドライブサイクル運転の両テストを行いました。最初のデータは定常運転の結果です：

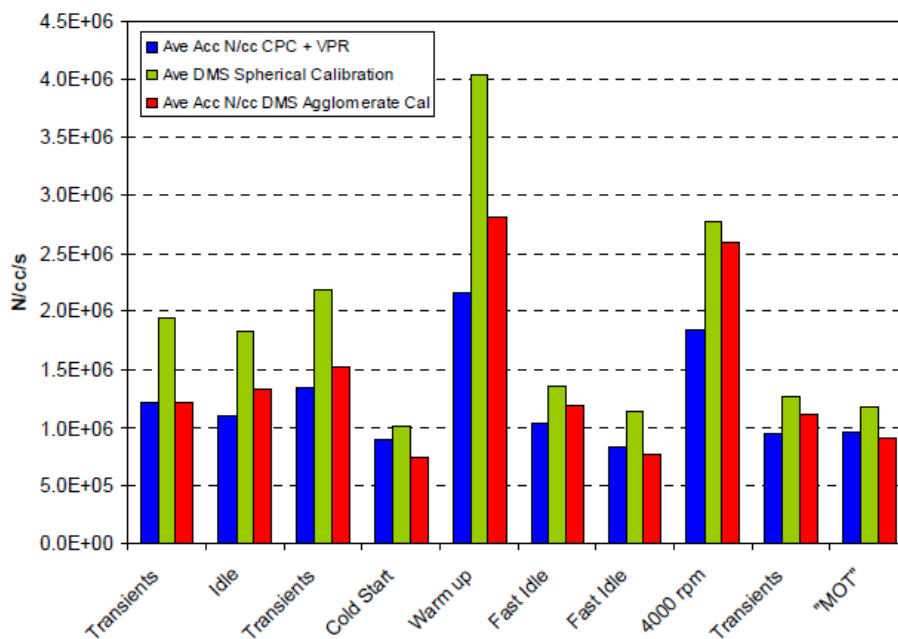


Fig. 4 : 定常状態における DMS（粒子塊のキャリブレーション有無で）と PMP システムの整合性

このデータは「PSL球」と「ディーゼル粒子塊」で行った両方のキャリブレーションを使って整理されたもので、PSL球のキャリブレーションに較べて良く一致していることが明らかです。新しい方式のキャリブレーションを使うとDMSは、PMPタイプの測定器より平均で約9%高めの結果となっています。「PSL球」のキャリブレーションを使った時の差は44%になっています。

次に示すデータは、NEDCのドライブサイクルを行ったときの一例です：

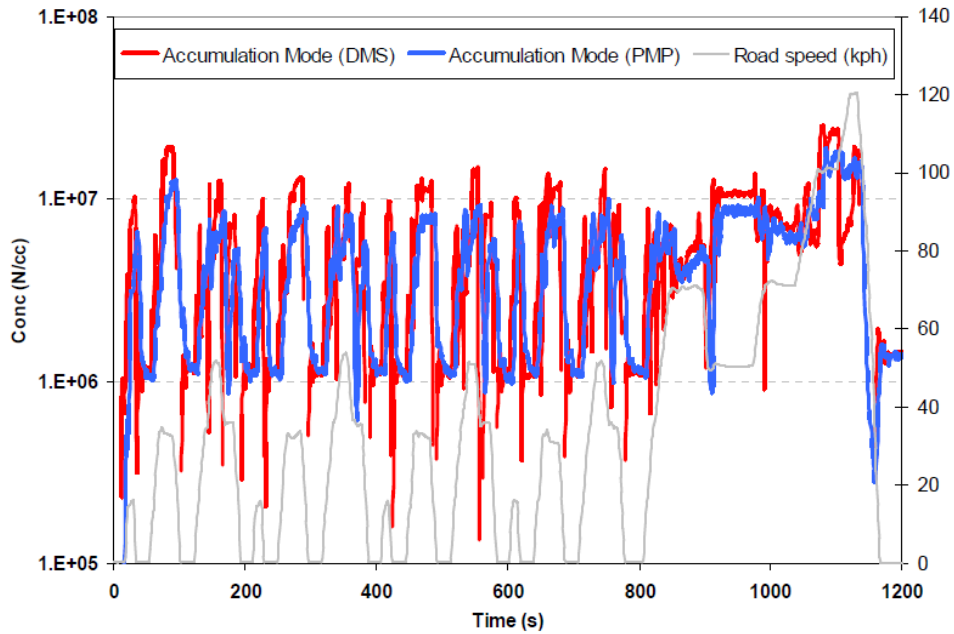


Fig. 5 : トランジェント時の固体粒子数測定

最後にトランジェントテスト全体に渡る具体的なエミッションを示します：

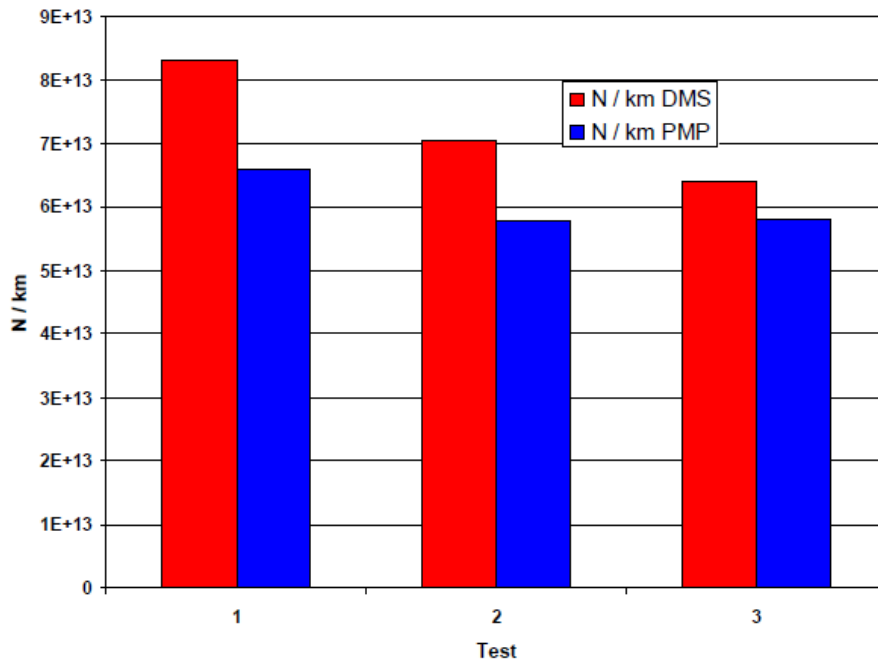


Fig. 6 : NEDC のまとめ

DMS500を使う一例についてはアプリケーションノートのDms08で、ガソリン直噴エンジンの排気ガス中に含まれる固体粒子数について報告しています。

1 Symonds, J.P.R., & Reavell, K.St.J. (2007). Calibration of a Differential Mobility Spectrometer, European Aerosol Conference, Salzburg, T02A034

2 Ouf, F.X., Gensdarmes, F., and Sillon, P. (2008). Influence of nature and shape of particle on corona charging efficiency of the Electrical Low Pressure Impactor, European Aerosol Conference, Thessaloniki, T04A028P

3 Reavell, K.St.J., & Symonds, J.P.R. (2007) Calibration of Fast Electrical Mobility Spectrometers for Engine Particulate Measurement, 11th ETH-Conference on Combustion Generated Nanoparticles, Zurich