

— Instrument Performance test —

Pegasor社製 Pre-Chargerの性能評価試験

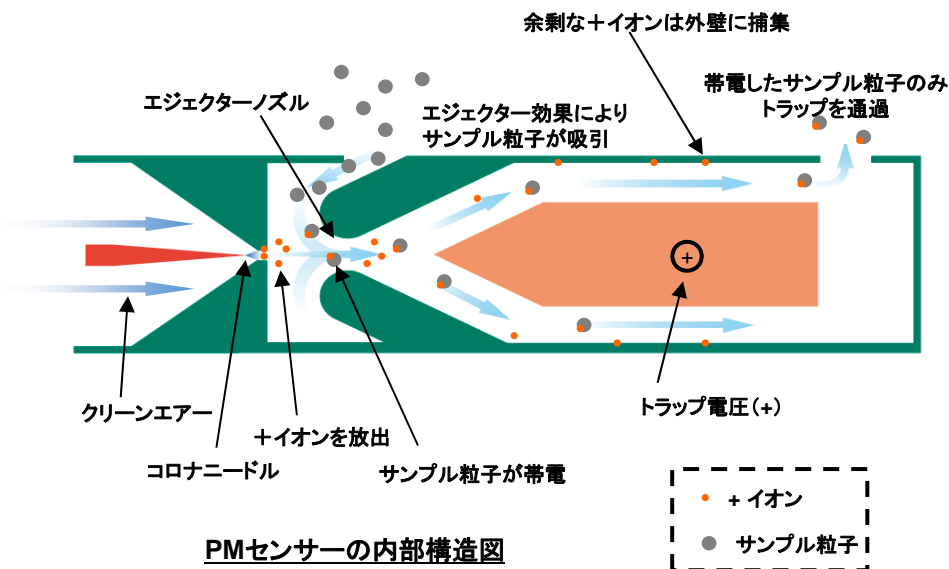


東京ダイレック株式会社
〒160-0015 東京都新宿区内藤町1内藤町ビルディング
TEL 03(3355)3632 (代)
FAX 03(3353)6895
営業第2部 斎藤 衛修
研究開発部 船戸 浩二、中村 馨、岩佐 高宏
E-mail info@tokyo-dylec.co.jp
URL <http://www.t-dylec.net/>

概要: Pegasor社(フィンランド)のPMセンサー モデル:PPS-Mは軽量・小型で粒子個数濃度をリアルタイムに計測でき、且つ希釈器等の前処理も必要とせず、サンプリングラインより直接測定することができることから自動車排ガスの様々なアプリケーションに適応されている。また装置の原理上、センサー内部が汚れにくい設計となっており、メンテナンス周期を長くすることができる(以下にPMセンサーの内部構造図を示す)。

PMセンサーは導入された微粒子をコロナチャージャーにより強制的にプラスに帯電させ、測定対象の微粒子のみがイオントラップを通過し、その運搬した電流値を計測することで、個数濃度や質量濃度を算出する。この時に、導入された微粒子が電気的に中和されていることが原理上望ましいが、特殊な条件においてプラスに強帯電した微粒子(特に23nm以下)が導入されると、PMセンサーはマイナス値を表示するといった現象がある。Pegasor社はこれに対応するため、PMセンサー用のPre-Chargerを開発した。

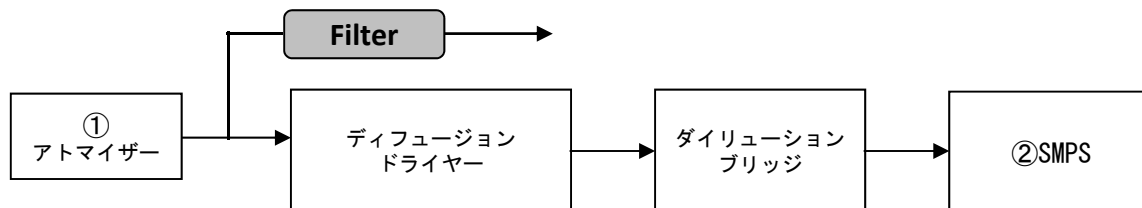
本試験では、この現象を評価するため強制的にプラスに帯電した微粒子を発生させ、PMセンサーで計測した場合にどのような挙動を示すかを調べると同時に、Pre-Chargerを用いることでPMセンサーが正確に測定できるかを確認した。



PMセンサーの内部構造図

試験日時: 2016年11月10日(木)

試験方法①: <NaCl粒子の粒径分布計測>
下記フロー図が示すようにエアロゾルアトマイザーで発生したNaCl粒子の粒径分布をSMPSで計測する。



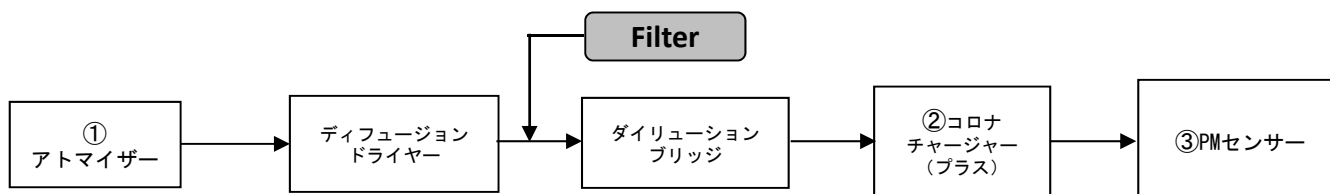
①モデル:3079 エアロゾルアトマイザー(発生器)

試験粒子:NaCl粒子
原液濃度:0.5%
発生流量:約2.0 L/min

②モデル:3936L76 SMPS(粒径分布計測装置)

吸引流量:約1.5 L/min
粒径範囲:6.0~220nm

試験方法②: <プラス帯電粒子をPMセンサーにて計測>
下記フロー図が示すようにエアロゾルアトマイザーで発生したNaCl粒子をコロナチャージャーで強制的にプラスに帯電させ、PMセンサーで計測する。
また計測中にコロナチャージャーのOn/Offを切換え、PMセンサーの反応を確認する。



①モデル:3079 エアロゾルアトマイザー(発生器)

試験粒子:NaCl粒子
原液濃度:0.5%
発生流量:約2.0 L/min

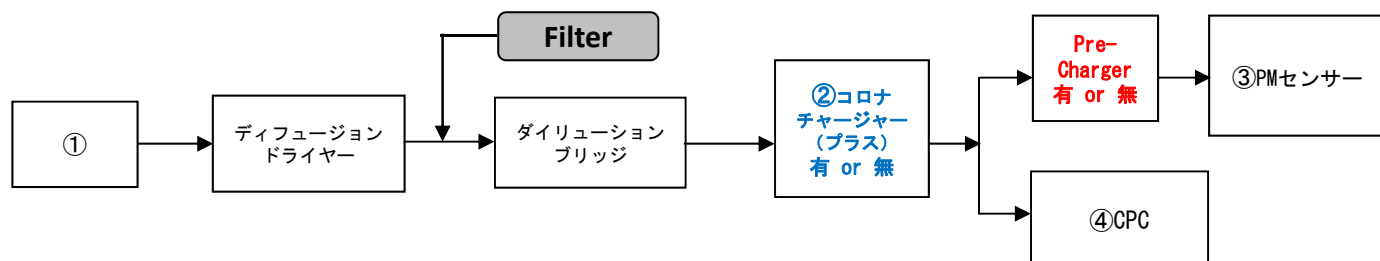
②コロナチャージャー

帯電方法:単極帯電(プラス)
印加電圧:3.5KV

③PMセンサー

吸引流量:約6 L/min
粒径範囲:23nm~2.5 μm

試験方法③: <CPCとPMセンサーの比較>
 下記フロー図が示すようにエアロゾルアトマイザーで発生したNaCl粒子を計測手順A～Cに従い、CPC (リファレンス)とPMセンサーで同時に計測する。またPMセンサーの濃度依存性を調べるためダイリュションブリッジで個数濃度を3段階(10,000、50,000、100,000 p/cc)に調整して計測する。



①モデル:3079 エアロゾルアトマイザー(発生器)
 試験粒子:NaCl粒子
 原液濃度:0.5%
 発生流量:約2.0 L/min

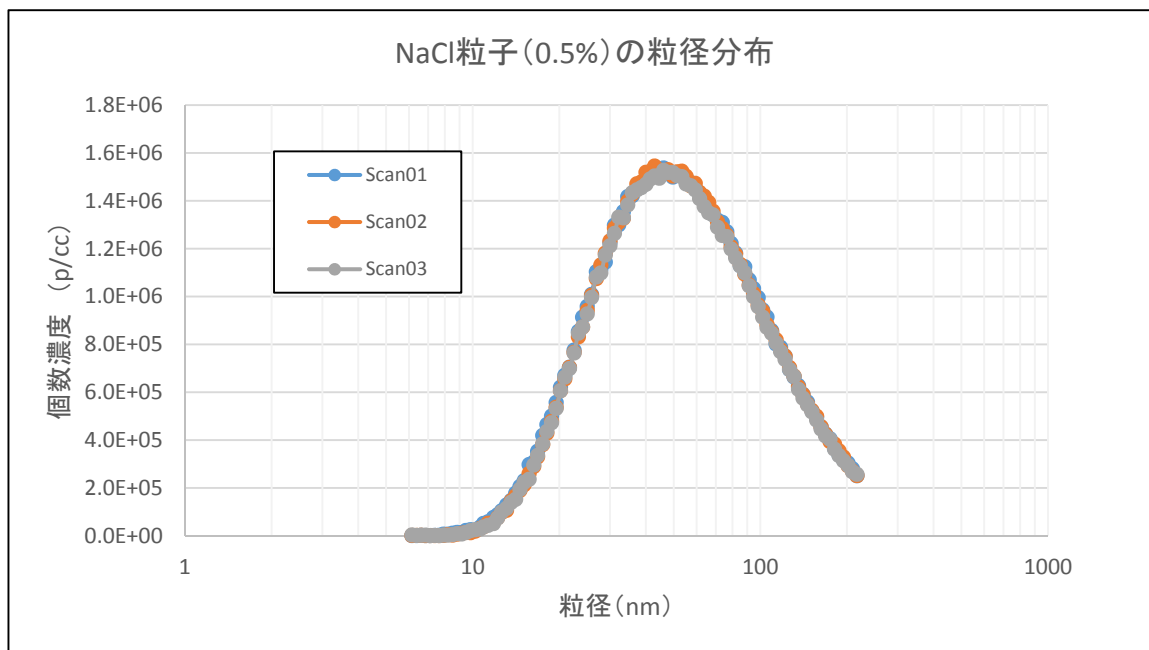
②コロナチャージャー
 帯電方法:単極帯電(プラス)
 印加電圧:3.5KV

③PMセンサー
 吸引流量:約6 L/min
 粒径範囲:23nm～2.5 μm

④モデル:3776 CPC(凝縮粒子カウンター)
 吸引流量:約1.5 L/min
 粒径範囲:2.5nm～3 μm

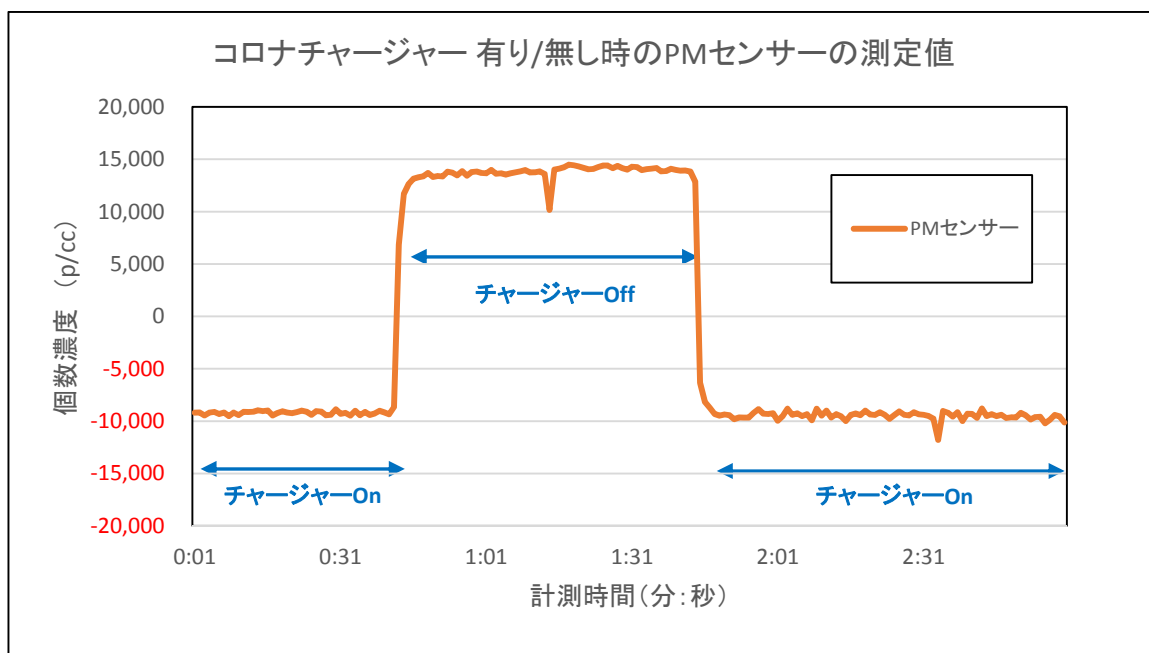
計測手順	コロナチャージャー	Pre-Charger
A	無	無
B	有	無
C	有	有

試験結果①: <NaCl粒子の粒径分布計測>



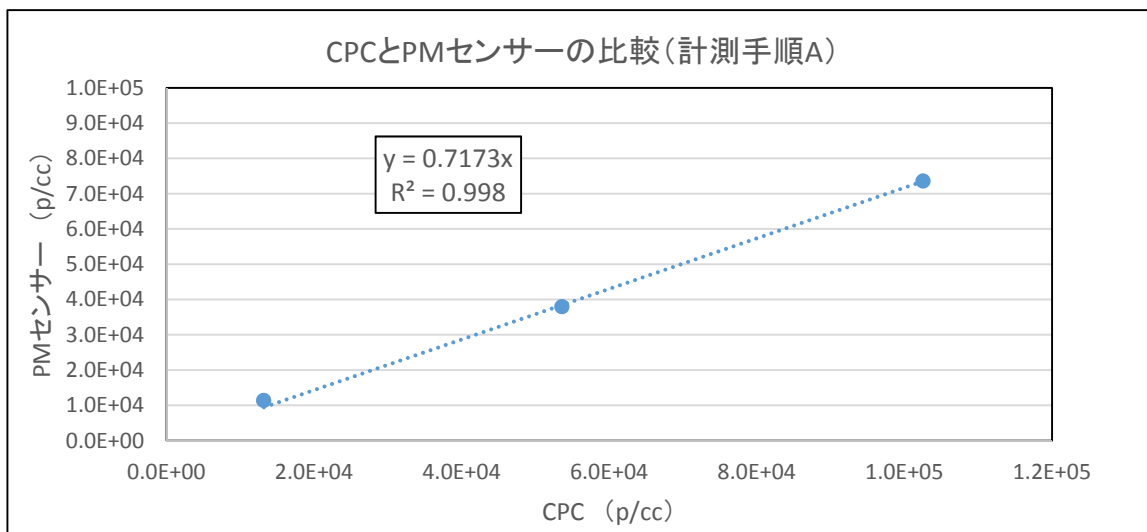
中位径 : 51.3nm
幾何標準偏差(GSD) : 1.88

試験結果②: <プラス帯電粒子をPMセンサーで計測>

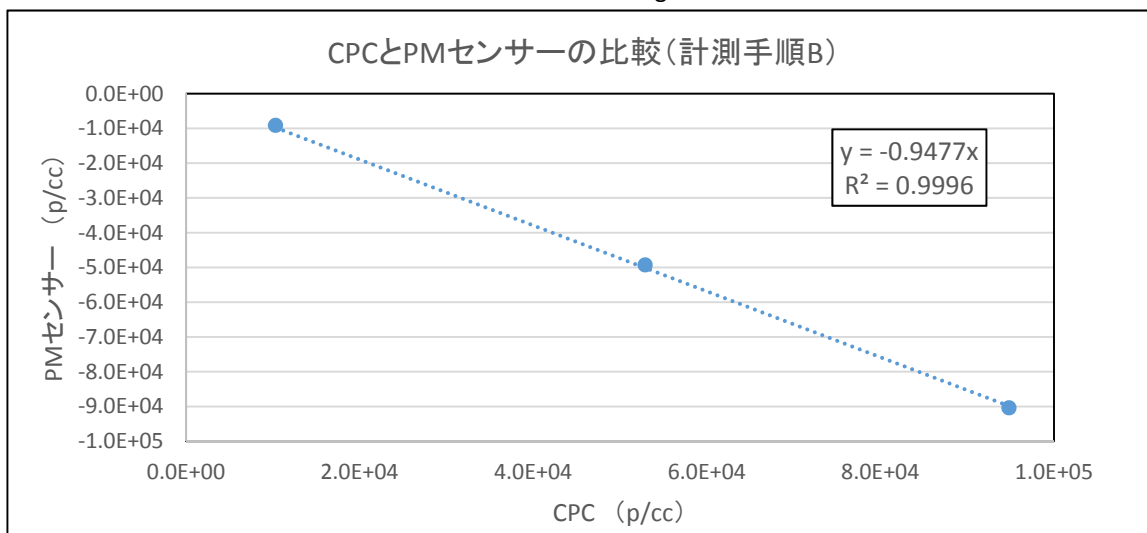


試験結果③: <CPCとPMセンサーの比較>

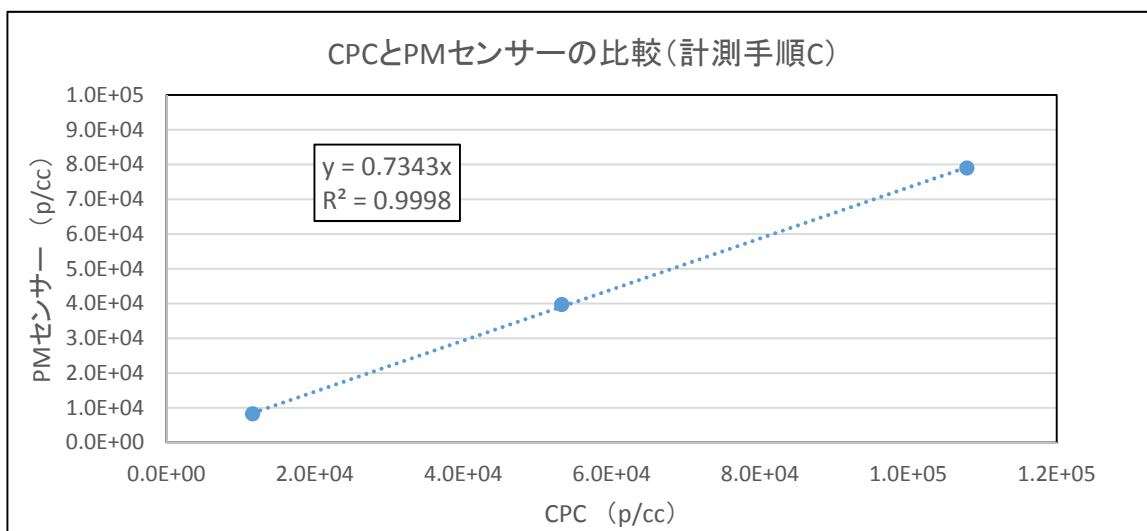
計測手順A(コロナチャージャー:無、Pre-Charger:無)の結果



計測手順B(コロナチャージャー:有、Pre-Charger:無)の結果



計測手順C(コロナチャージャー:有、Pre-Charger:有)の結果



結果:

- ①今回試験粒子として用いたNaCl粒子の粒径分布は50nm付近にモード径を持つ一山型の分布であった(試験結果①を参照)。
- ②コロナチャージャーで強制的にプラスに帯電させたNaCl粒子を計測するとPMセンサーの個数濃度はマイナス値を示す結果となった。またコロナチャージャーをOffにすると、PMセンサーの個数濃度は瞬時にプラス値に転じた。このことからPMセンサーのサンプルは電氣的に中和された粒子であることが望ましいと考えられる(試験結果②を参照)。
- ③計測手順AでCPCとPMセンサーの個数濃度を比較した結果、PMセンサーはCPCに対して約7割強の比率であった。今回選定したNaCl粒子は比較的微小粒子が含まれており、両装置の粒径範囲の差を考慮すると妥当な割合であると考えられる。また個数濃度を3段階に変更したが、両装置の相関関係は良好であった(試験結果③の手順Aを参照)。
- ④計測手順BでCPCとPMセンサーの個数濃度を比較した結果、両装置の相関係数はほぼ1に近い値であったが、PMセンサーの個数濃度は常にマイナス値を示していた(試験結果③の手順Bを参照)。
- ⑤計測手順CでCPCとPMセンサーの個数濃度を比較した結果、両装置の相関係数はほぼ1に近い値を示した。また両装置の比率は計測手順Aと同等であったことから、仮にプラスに強帯電した粒子であってもPre-Chargerで前処理することでPMセンサーは正確に測定できると考えられる(計測結果③の手順Cを参照)。