

— Instrument Performance test —

ハンドヘルドCPCを用いたナノ粒子の計測例



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
E-Mail k-funato@tokyo-dylec.co.jp
URL <http://www.t-dylec.net/>
技術部 研究開発グループ
船戸 浩二、濱 尚矢、佐藤 珠紀

試験概要: 気相中ナノ粒子の個数濃度を計測する手法は幾つか存在しているが、この内でも代表的なものとして、静電分級式の粒径計測機器、電子式低圧インパクター、凝縮式粒子カウンターなどが挙げられる。これらの機器は一長一短はあるものの、ナノ粒子の個数濃度を高精度且つ短時間に計測できることから、ナノテクノロジー分野での活用が期待されている。特に核凝縮原理を用いたCPCはアプリケーションに応じた様々なモデルが商品化されており、且つ比較的コンパクトで安価であることから様々な測定環境での適応が期待されている。その一方でCPCは粒子を粒径別に検出する機能が付いておらず、100nm以下と定義されるナノ粒子の個数濃度を、CPC単体で正確に計測することが困難なのが現状である。

そこで今回の計測試験ではハンドヘルドCPC(2台)に拡散捕集により粒子を分級するパーティクルサイズセレクター(PSS)を加え、3種類の試験ナノ粒子の個数濃度計測を試みた。PSSは拡散スクリーンの数によりカット径が異なり、拡散スクリーンの数を調整することで100nm以下のナノ粒子を捕集することができる。一台のCPCはPSS無しで、もう一台のCPCはPSS有りで計測し、両者の個数濃度の差からナノ粒子の個数濃度を計算する。また、SMPSやFMPSでも同時に測定を行い、各機器で計測したナノ粒子の個数濃度値を比較・評価した。

試験日時: 2011年12月20日(火)

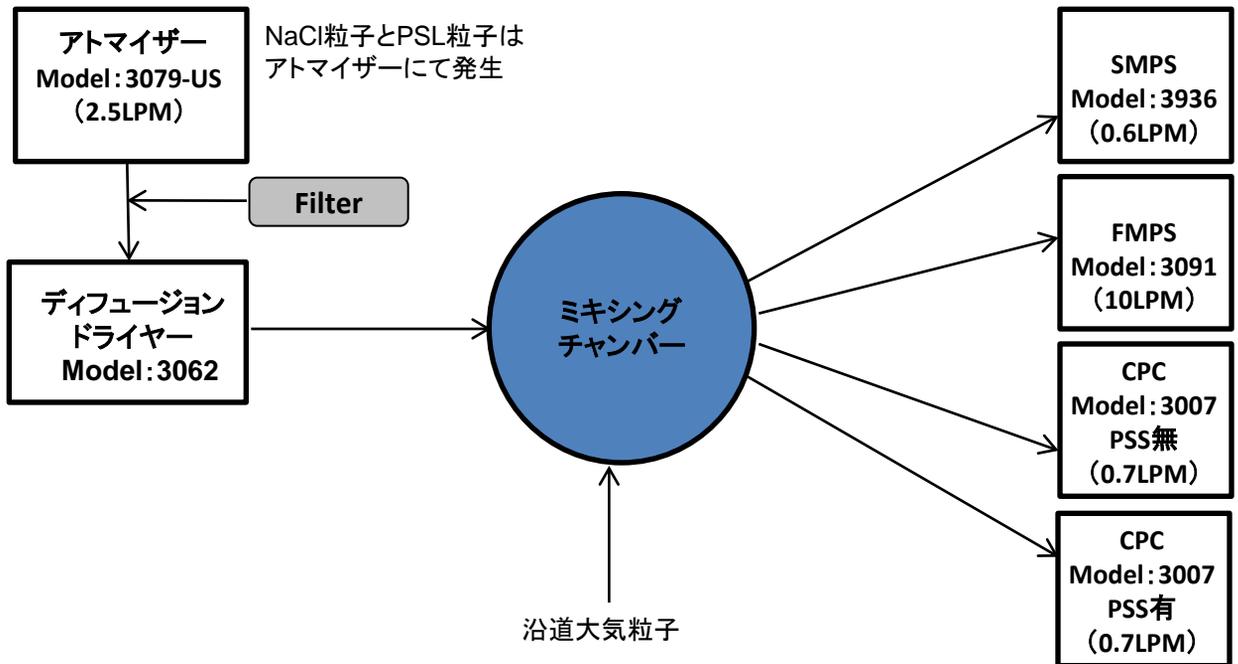
場 所: 東京ダイレック本社 5F実験室

使用機器: ①ハンドヘルド凝縮粒子カウンター(CPC) モデル:3007 TSI社製
②パーティクルサイズセレクター(PSS) モデル:376060 TSI社製
③走査型モビリティーパーティクルサイザー(SMPS) モデル:3936L25 TSI社製
④高速応答型モビリティーパーティクルサイザー(FMPS) モデル:3091 TSI社製

試験粒子: ①沿道大気粒子
②NaCl粒子(0.01%)
③PSL標準粒子(48nm)

試験方法: アトマイザーにて発生した試験粒子をディフュージョンドライヤーで水分除去し、更にミキシングチャンバーにて混合・分配し、各機器にて計測を行う。
沿道大気粒子はアトマイザーを使用せずに、導電性チューブを用いて外気より直接に吸入・計測を行う。1回の測定時間は1分間で10回測定を実施。

試験フロー図: 以下を参照



ナノ粒子の計測手法例:

①CPC-3007(2台)+PSSの場合: 以下を参照

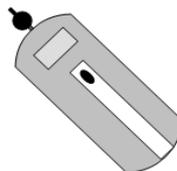
スクリーン 数	カット径 (50%) μm	スクリーン 数	カット径 (50%) μm
1	0.024	12	0.195
2	0.040	13	0.210
3	0.055	14	0.225
4	0.075	15	0.240
5	0.085	16	0.260
6	0.100	17	0.280
7	0.115	18	0.300
8	0.130	19	0.315
9	0.145	20	0.335
10	0.160	21	0.350
11	0.180	22	0.370
		23	0.390

1. 3007 (PSS無) 計測粒径範囲: 0.01 - 1 μm



1.43×10^4 particles/cm³

2. 3007 (PSS有_6枚) 計測粒径範囲: 0.1 - 1 μm



8.78×10^3 particles/cm³

3. 100nm以下の粒子個数濃度の計算

1.43×10^4 particles/cm³ (PSS無)

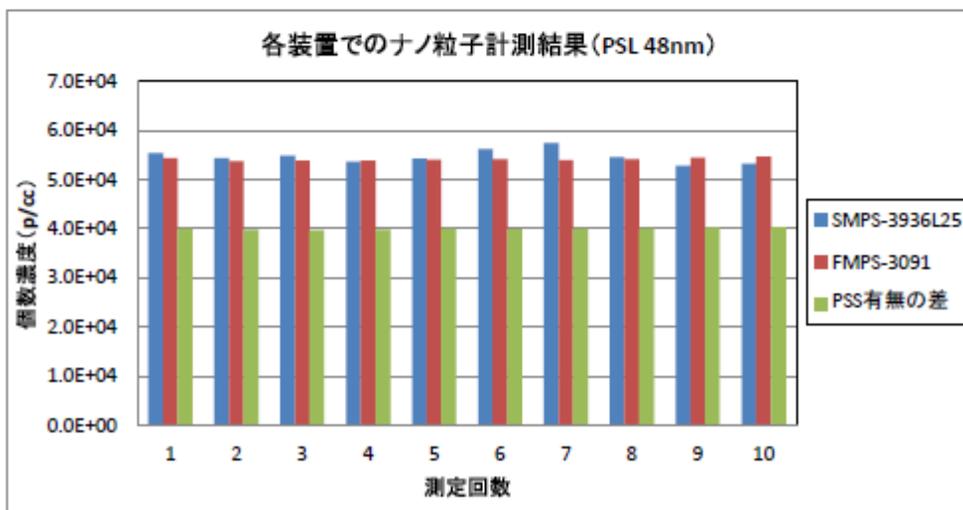
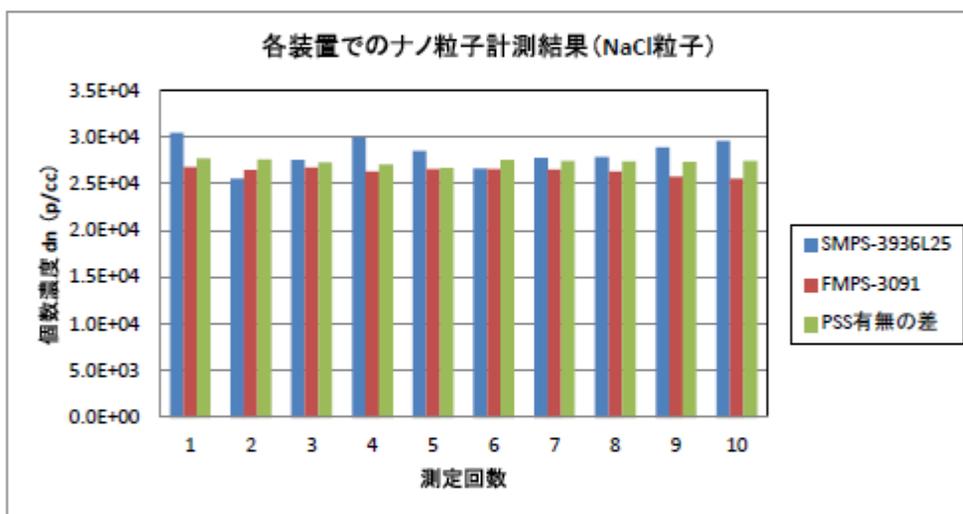
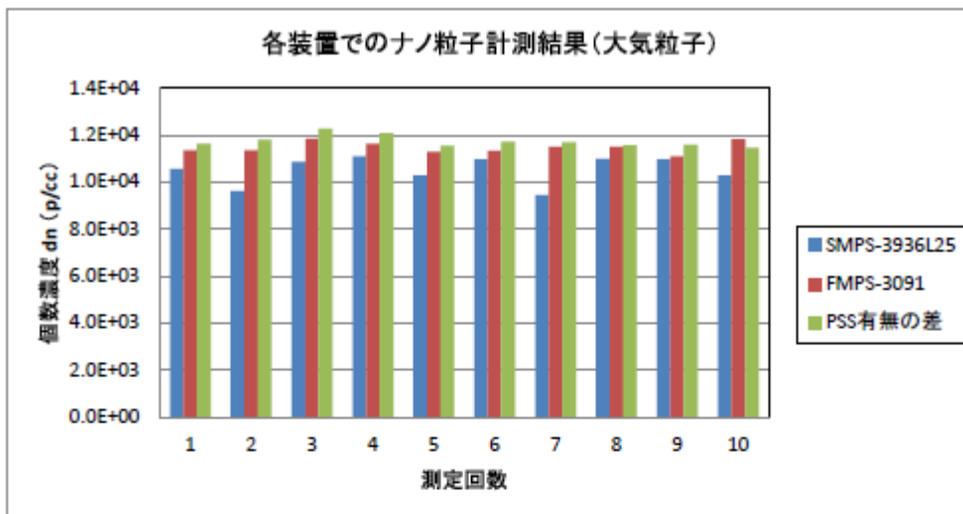
- 8.78×10^3 particles/cm³ (PSS有)

5.52×10^3 particles/cm³

②SMPSとFMPSの場合: 100nm以下の個数濃度を積算する(各装置の100nm以下の粒径範囲を以下に記す)

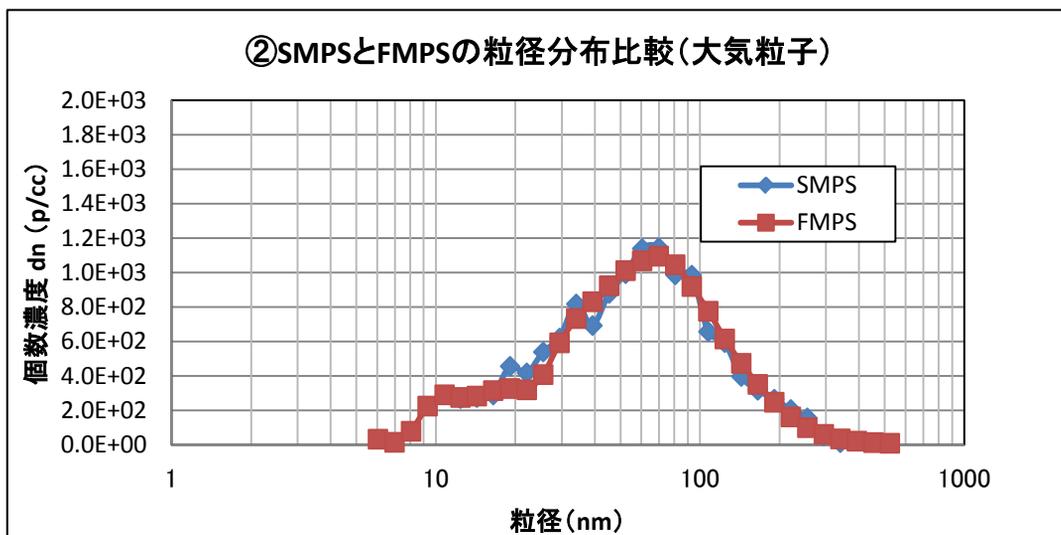
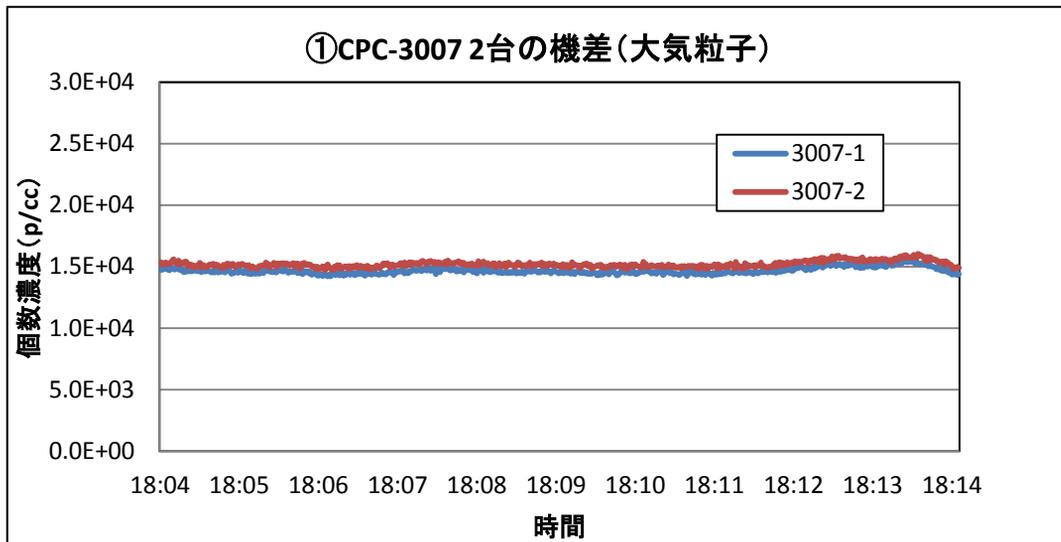
- SMPS 10.6~98.2nm
- FMPS 6.04~93.1nm

試験結果： 以下を参照



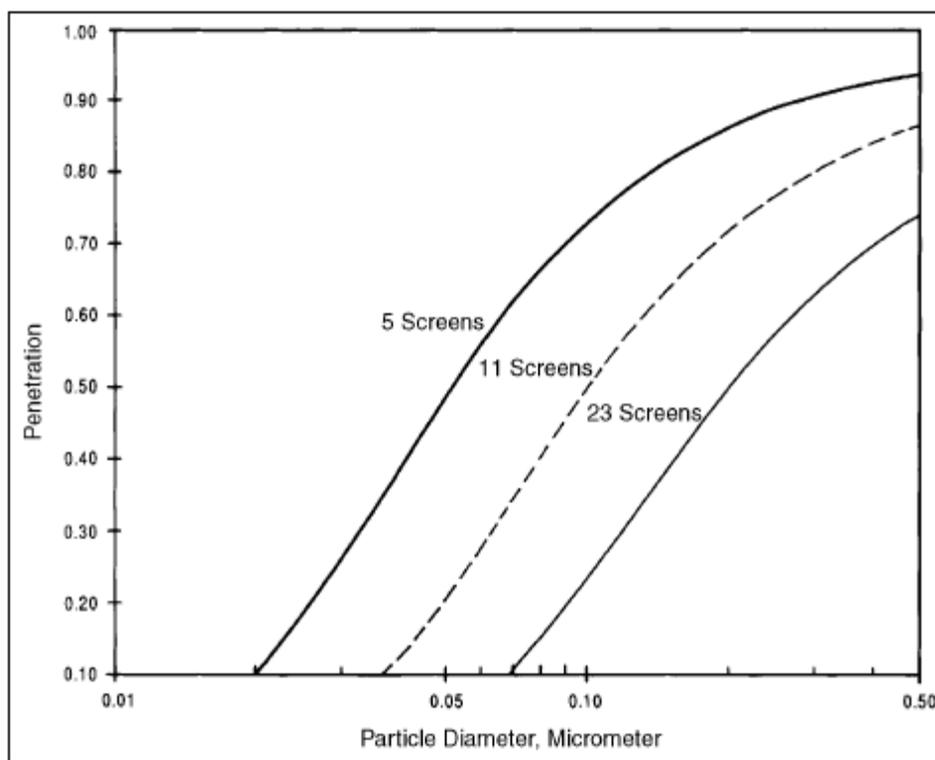
※CPC-3007(2台)+PSSで計測したデータを“PSS有無の差”として表す

- 参考データ: ①CPC-3007 2台の機差(大気粒子)
②SMPSとFMPSの粒径分布比較(大気粒子)



- コメント:
- ①試験結果から各装置におけるナノ粒子の個数濃度値は概ね一致していた。
 - ②ナノ粒子の分級手法は、SMPSとFMPSが静電分級原理、PSSが拡散原理と異なることから、計測対象となる粒子の特性(形状、比重など)に寄っては両手法での個数濃度に多少の差が出る場合があると考えられる。
 - ③ハンドヘルドCPCやPSSは軽量・小型であることから、持運びが困難な場所や電源が確保されない作業現場などで、簡易的なナノ粒子の個数濃度計器として活用できると考えられる。
 - ④ナノ粒子の詳細な粒径分布を計測する場合には、SMPSやFMPSが有効であると考えられ、求められる粒径や時間の分解能により両機を選択することが望ましい。

参考資料: PSSのカット特性例
(サンプル流量:1.41LPM、拡散スクリーン数:5、11、23枚の場合)



※ PSSの50%カット径はサンプル流量や拡散スクリーンの枚数により変わります。