

— Instrument Performance test —

## エレクトロスプレー式粒子発生器を用いた23nm以下の ナノ粒子発生試験



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 川瀬 順、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: TSI社製エレクトロスプレー式粒子発生器(モデル3480)は静電噴霧法により様々な種類の材料を発生することが可能であり、ナノサイズの単分散粒子を安定して発生することができる。発生粒子の材料としてはPSL(ポリスチレンラテックス)、PAO(ポリアルファオレフィン)、サクロース、金コロイド粒子等があり、試験の目的や対象粒子径により材料を選定している。

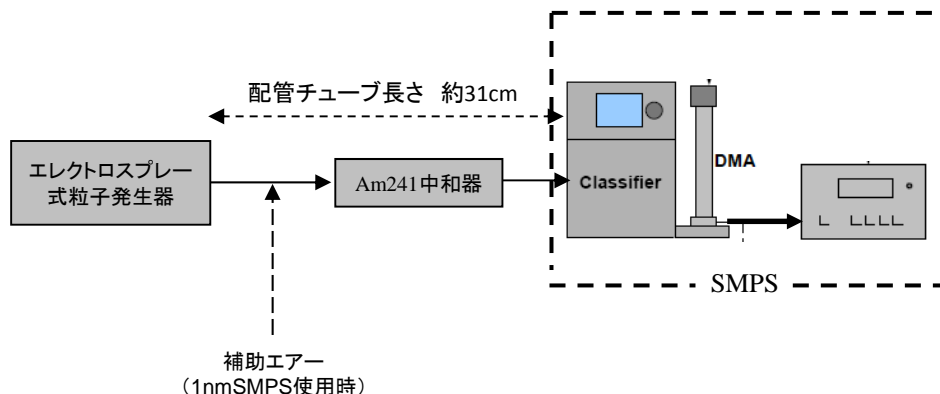
エレクトロスプレー式粒子発生器の使用例として、TSI社自動車排ガス用CPC(モデル3790)の校正試験があり、CPC3790は欧州規制により23nm、41nm及び55nm粒子に対する検出効率を定期的に確認することが義務付けられている。上記3つのサイズを発生する上で選定される材料としてPAO等があり、溶液濃度を調整することにより、容易に、発生した単分散粒子のモード径を変えることができるが、より微小な単分散粒子を安定して発生することは容易ではなく、別の材料を選択する必要があると考えられる。

将来のエンジン排ガス規制においては、23nm以下のナノ粒子を計測する必要性が検討されていることから、エレクトロスプレー式粒子発生器やSMPS(モデル3938N76)を用いて23nm以下の単分散粒子の発生及び計測を試みた。また、近年、TSI社より従来SMPSより更に微小なサイズを計測できる1nmSMPSが販売されており、今回は従来SMPSに加えて1nmSMPSでも計測を試みた。

試験日時: 2017年10月26日(木)

試験場所: 東京ダイレック本社5F

試験方法: エレクトロスプレー式粒子発生器で発生した単分散粒子の粒径分布をSMPSで計測した。発生する粒子材料はサクロースで、材料濃度を変えて異なるモード径の単分散粒子を発生した。発生したナノ粒子の配管によるロスを抑えるために、発生器アウトレットからDMAインレットまでの配管チューブ長さをなるべく短くなるように機器等を設置した(約31cm)。



試験機器:

- ①発生器: TSI社 エレクトロスプレー式粒子発生器(モデル3480)
- ・粒子材料 : サクロース
  - ・キャピラリー径 : 25  $\mu$  m
  - ・エア流量 : 1.5  $\ell$ /min

- ②計測器: TSI社 SMPS(モデル3938N76)
- ・サンプル流量 : 1.5  $\ell$ /min
  - ・シース流量 : 15.0  $\ell$ /min
  - ・粒径範囲 : 1.98~62.6nm
  - ・スキャン時間 : 62秒

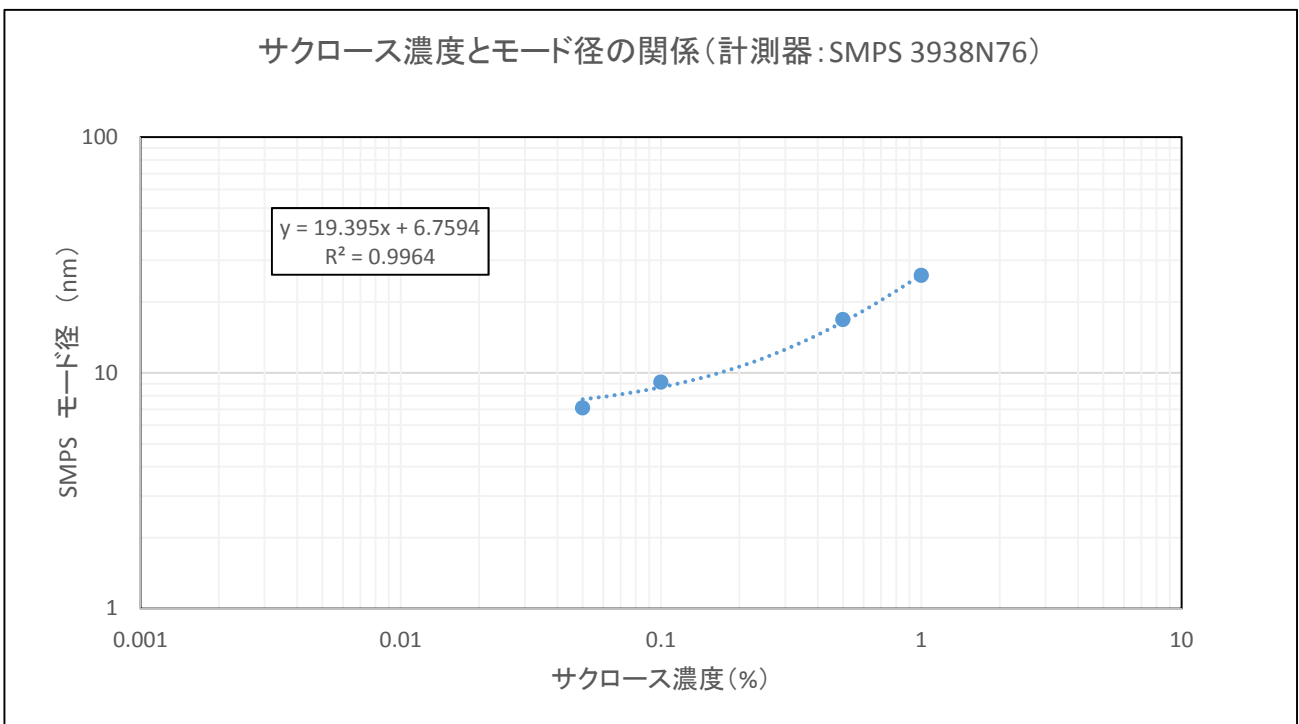
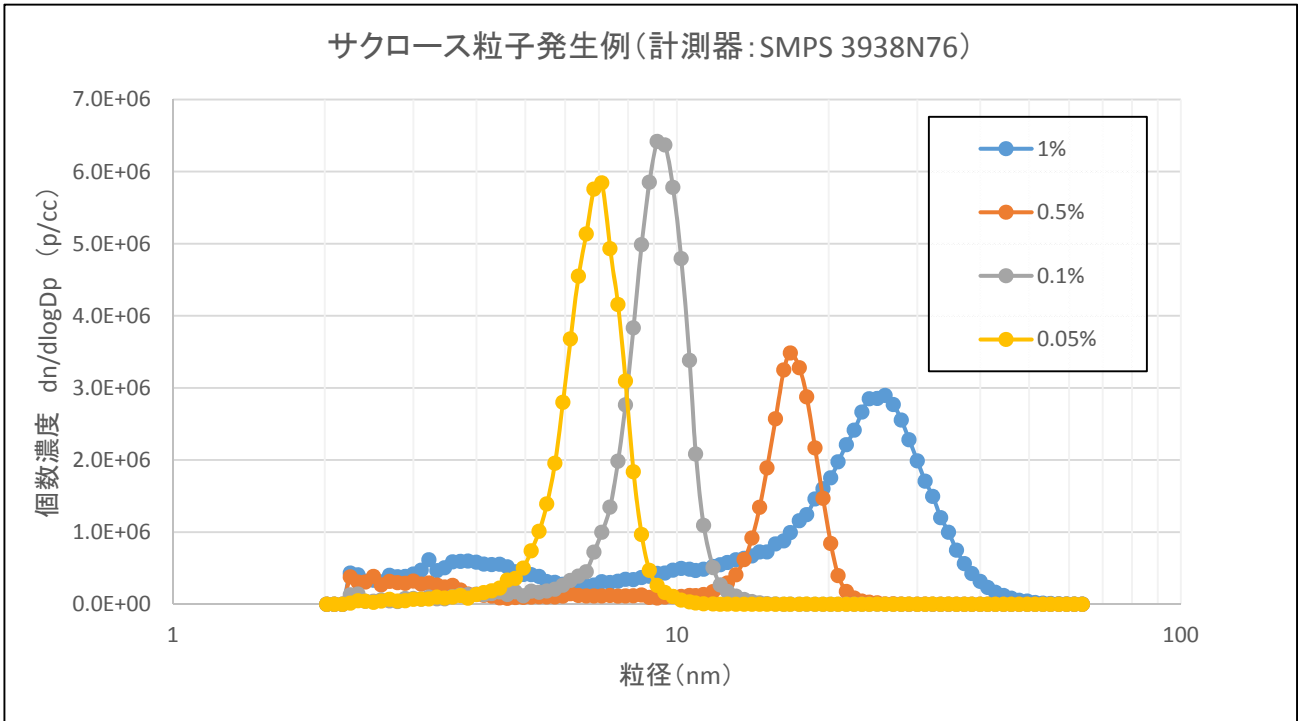
- TSI社 1nmSMPS(モデル3938E77)
- ・サンプル流量 : 2.5  $\ell$ /min
  - ・シース流量 : 25.0  $\ell$ /min
  - ・粒径範囲 : 1~30nm
  - ・スキャン時間 : 62秒

- 結論: ① 計測結果1より、エレクトロスプレー式粒子発生器を使用し、粒子材料にサクロースを選択することにより、23nm以下の単分散粒子を容易に発生でき、且つ材料濃度を調整して異なる粒径の単分散粒子を発生できることを確認できた(サクロース濃度は1~0.05%の範囲で4段階に調整)。
- ② 計測結果1より、発生できる単分散粒子の個数濃度は各濃度とも6乗レベルと高濃度に発生できることが確認できた。また23nm以下のナノ領域では拡散による配管ロスがより顕著になると考えられ、配管チューブ長や吸引するサンプル流量等の条件も個数濃度に影響すると考えられる。
- ③ 10nm以下のシングルナノ領域では1nmSMPSを中心に計測を行い、サクロース濃度0.01~0.0001%の範囲で5段階に調整し、最小2nm付近にモード径を持つ粒子の検出を確認できた。しかし、これは高濃度の粒子とはいえ、高濃度のシングルナノ粒子を必要とする場合は、別途発生方法を検討することが必要と考えられる(P4参照)。

その他: ・参考データとしてエレクトロスプレー式粒子発生器でPAOを発生した場合の粒径分布を添付(P5参照)

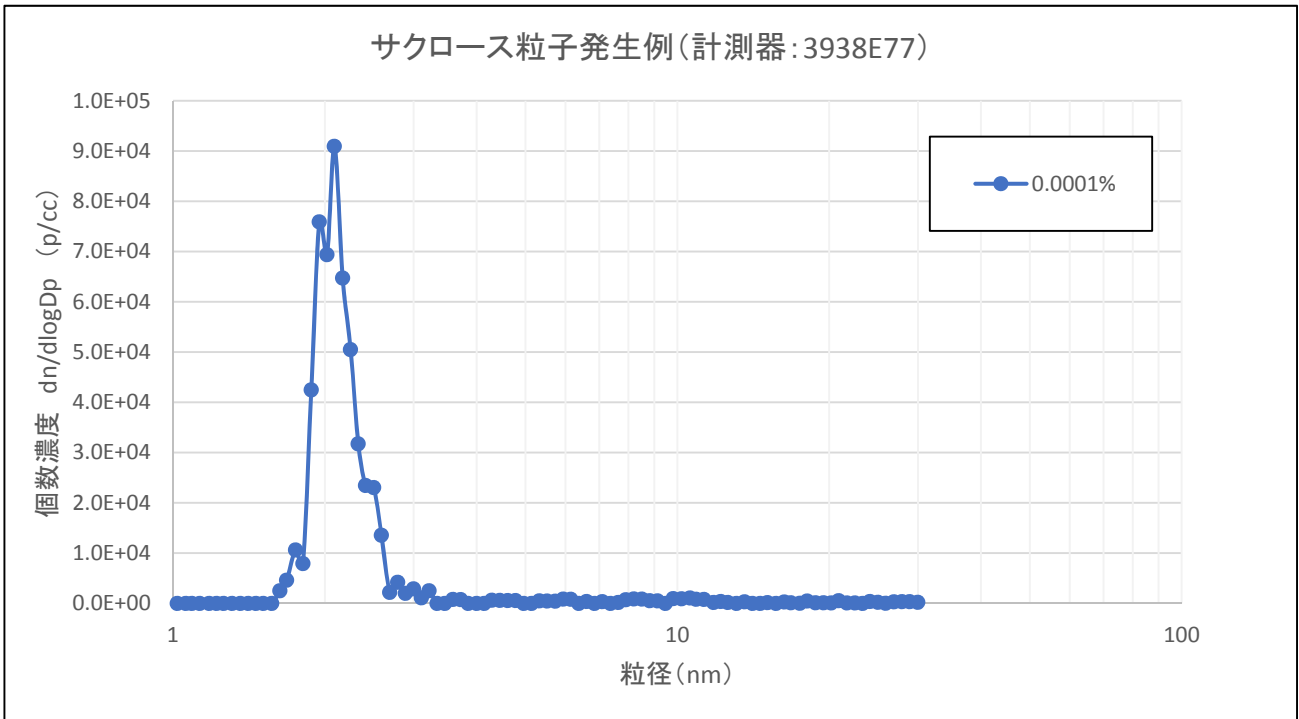
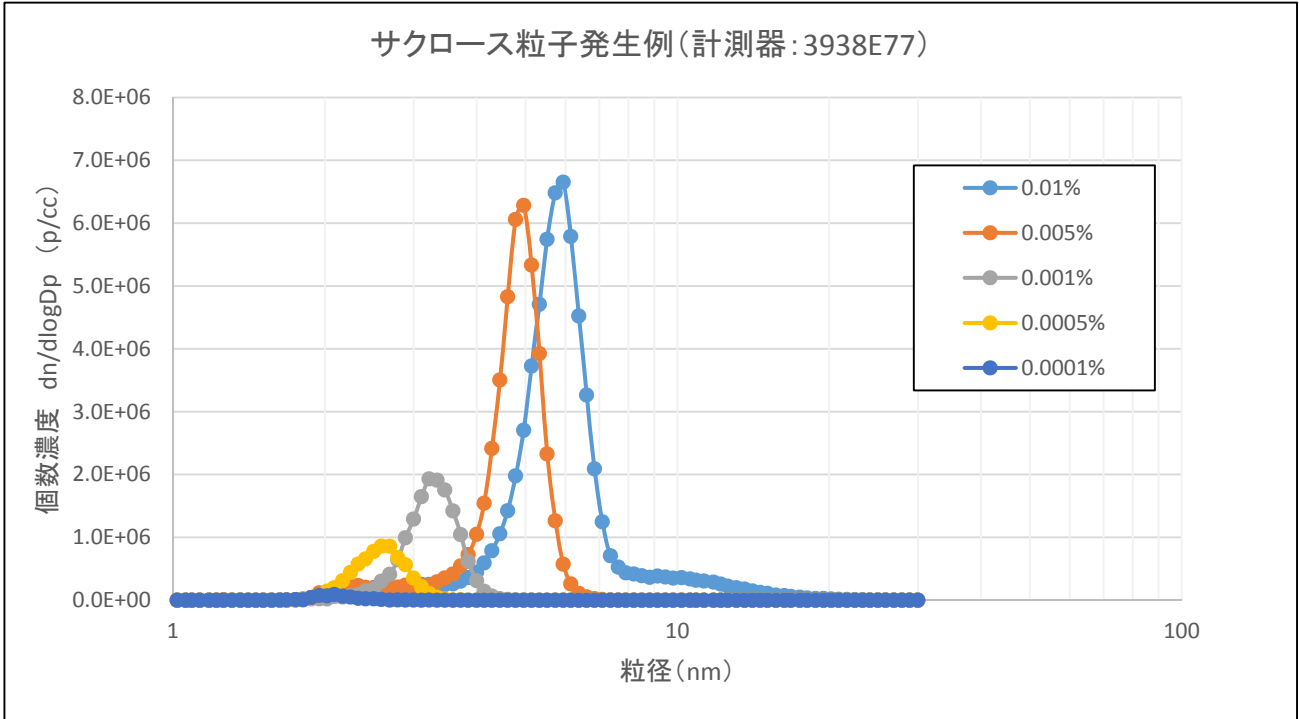
<計測結果1>

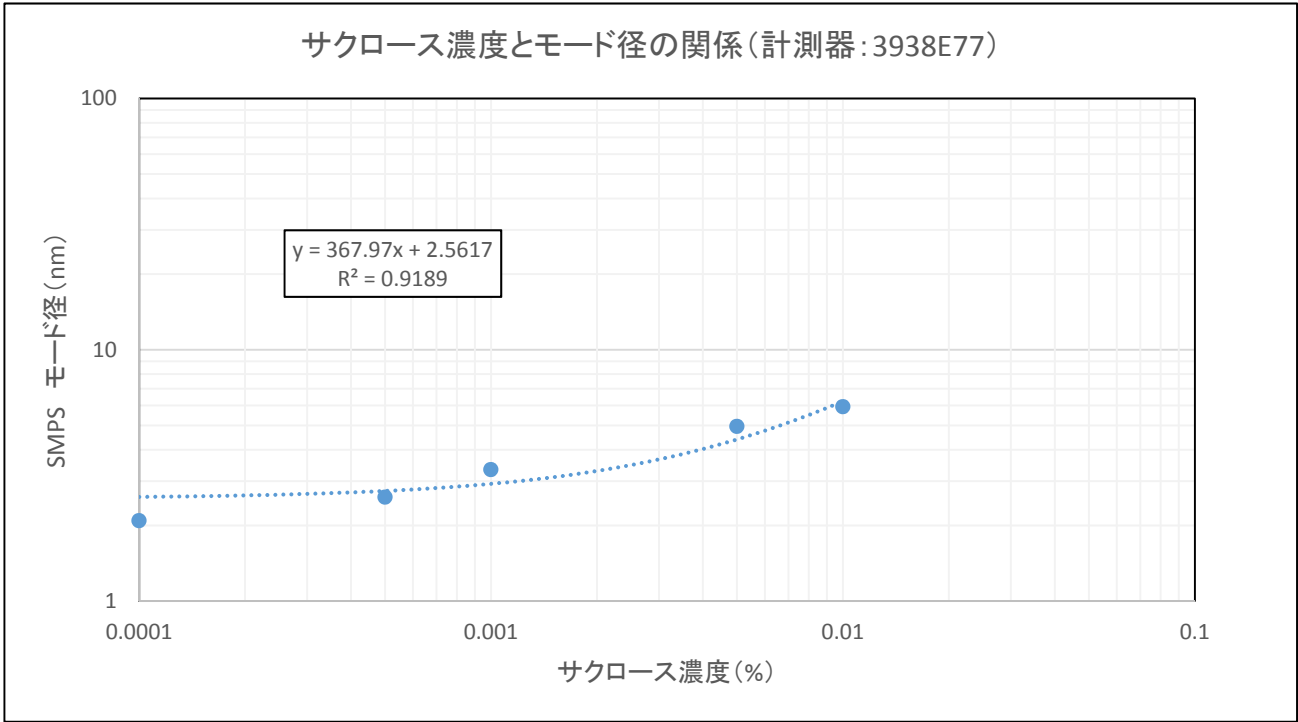
粒子材料 : サクロース  
 材料濃度 : 1.0, 0.5, 0.1, 0.05%  
 計測器 : SMPS(モデル3938N76)



<計測結果2>

粒子材料 : サクロース  
材料濃度 : 0.01, 0.005, 0.001, 0.0005, 0.0001%  
計測器 : 1nmSMPS(モデル3938E77)





<参考データ>

粒子材料 : PAO  
 材料濃度 : 1.0, 0.33, 0.071%  
 計測器 : SMPS(モデル3936N76)

