

— Instrument Performance test —

軟X線中和器とAm241中和器の中和性能比較試験



東京ダイレック株式会社
〒160-0014 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
研究開発部 船戸 浩二、岩佐 高宏、藤井 俊樹、曹 仁秋
技術本部 藤野 聡
企画開発部 濱 尚矢
E-mail info@tokyo-dylec.co.jp
URL https://www.t-dylec.net/

概要: 本社内レポートではTSI社製の軟X線中和器(モデル3088)の中和性能を評価するため、従来より国内で広く使われている当社製のAm241中和器(表示付認証機器、認証番号:㊦038)との比較試験を行った。

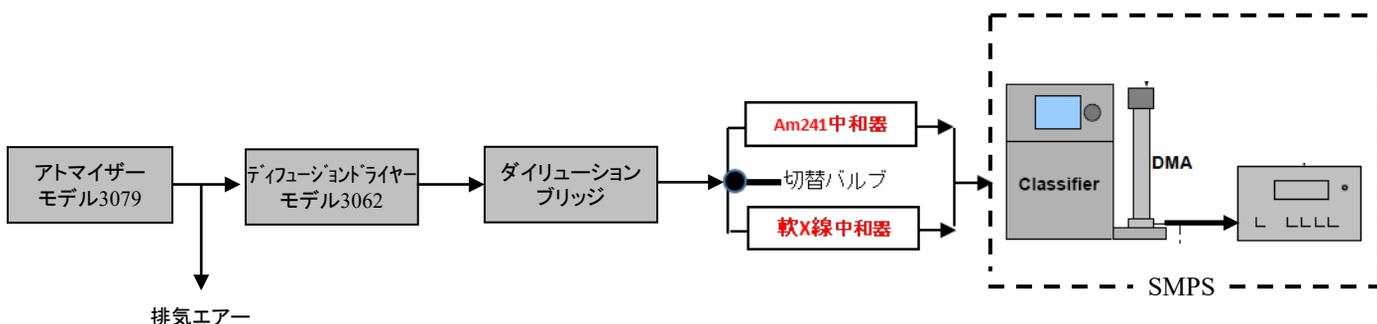
この背景には国内で長年使われているAm241中和器の原材料であるアルファ線源(モデルAM162)の入手ができなくなったことが関係している。同アルファ線源は日本アイソトープ協会が中国より輸入して販売をしてきたが、コロナウィルスの影響もあり中国の製造メーカーが2020年10月に線源事業から撤退することとなった。日本のエアロゾル計測分野においては、古くよりSMPSや静電分級器用にアルファ線源(核種:Am241)が使われていた歴史があることから、代わりとなるアルファ線源を国内外で調査したが、同等の性能を有するアルファ線源を入手することが難しいことが分かった。このため当社ではAm241中和器の代替として米国TSI社の軟X線中和器を購入し、その性能を評価することとした。

軟X線中和器は9.5 keV以下という低エネルギーのX線源を有する小型の中和器で、TSI社の静電分級用が開発されており、安全に使用するためのインターロックスイッチを有する。また中和器を使用しない場合はX-Rayの電源をOFFにできることから可搬型として幅広い用途に適する。同中和器に内蔵するX線源の運転可能時間は約8760時間で、この時間を超過するとLEDランプが点滅するようになっている。

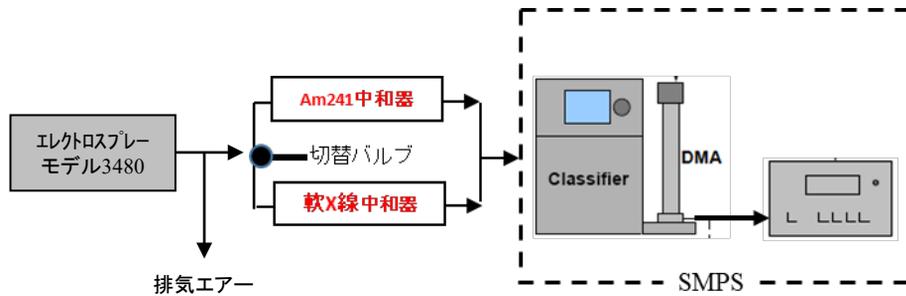
本試験では様々な種類の試験粒子を発生し、SMPSで粒径分布及び個数濃度を計測した。この時にリファレンスとしてAm241中和器を用い、検査対象の軟X線中和器とその性能を比較したので詳細を報告する。

試験日時: 2021年2月

試験手順①: 下記のフロー図が示すようにアトマイザーで試験粒子を発生し、ディフュージョンドライヤーで水分を乾燥後にAm241中和器と軟X線中和器を順番に選択し、SMPSで粒径分布及び個数濃度を測定した(試験粒子はNaCl及びPAOを使用)。両中和器でSMPSの個数濃度を比較するため、ダイリュेशनブリッジで個数濃度を4段階に調整し、直線応答性を確認した。



試験手順②: アトマイザーでの発生が難しいナノ粒径領域のPSL標準粒子及びスクロース粒子は下記フロー図が示すようにエレクトロスプレーで発生した。試験手順①同様にAm241中和器と軟X線中和器を順番に選択し、SMPSで測定した。PSL標準粒子は29及び47 nmを使用し、スクロース粒子は溶液濃度を調整することで発生粒径を変更した。



試験手順③: 軟X線中和器から粒子が発塵しているかどうかを確認するため下記フロー図が示すように上流側にHEPAフィルターを接続し、CPCで個数濃度を確認した。CPCの測定開始から1分後に軟X線中和器のX-RayボタンをOnにして発塵の有無を確認した。



試験機器:

①発生器: TSI社 エアロゾルアトマイザー (モデル3079)

- ・粒子材料① : NaCl 0.01%
- ・粒子材料② : PAO 0.05%
- ・エア圧力 : 0.1 MPa

TSI社 エレクトロスプレー (モデル3480)

- ・粒子材料① : PSL 29, 47 nm JSR社製
- ・粒子材料② : スクロース粒子 0.03, 0.1, 0.5%
- ・キャピラリー径 : 25 μm

②ドライヤー: TSI社 ディフュージョンドライヤー (モデル3062)

③希釈器: TSI社 ダイリュションブリッジ

④中和器: 東京ダイレック社 Am241中和器 (表示付認証機器、認証番号㊦ 038)
TSI社 軟X線中和器 (モデル3088)

⑤計測器: TSI社 SMPS (モデル3938NL56)

- ・サンプル流量 : 1.5 l/min
- ・シース流量 : 15.0 l/min
- ・粒径範囲 : 6.15~216.7 nm
- ・スキャン時間 : 60秒

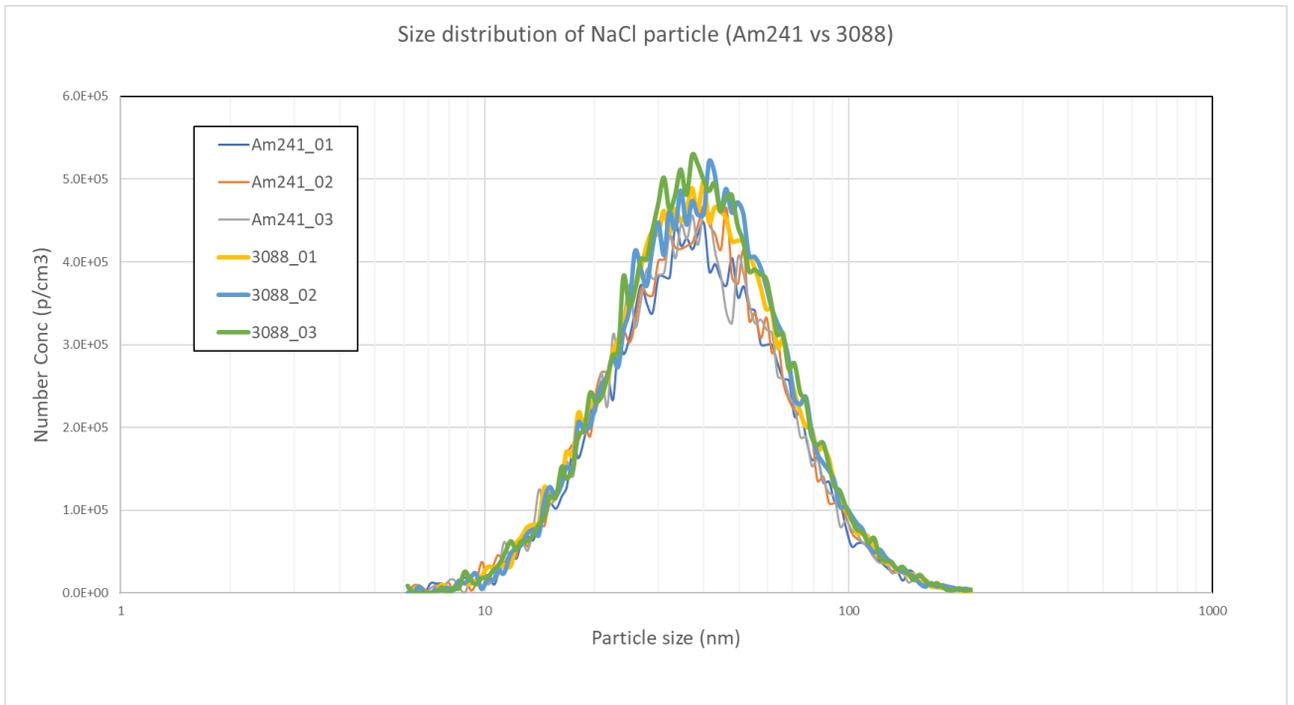
TSI社 CPC (モデル3756)

- ・サンプル流量: 1.5 l/min

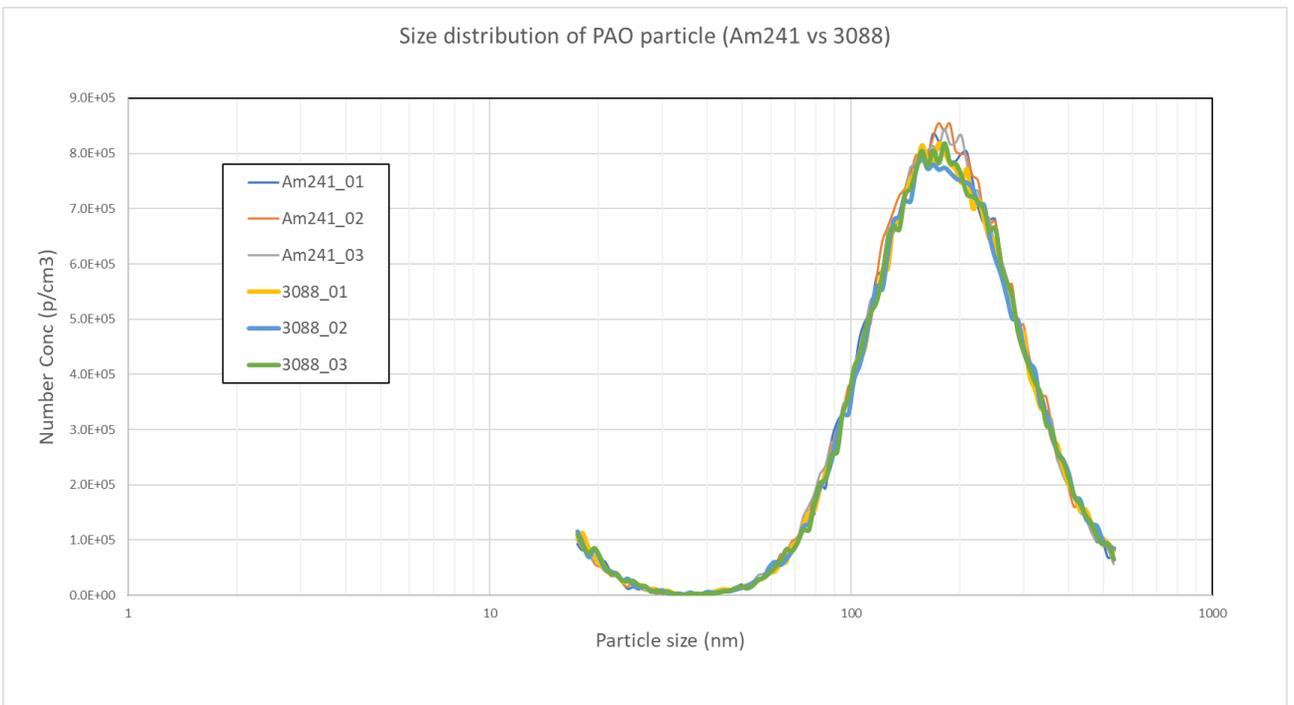
- 結果及び考察
- ・計測手順①の結果(P4～5)より、アトマイザー＋ディフュージョンドライヤーで発生したNaCl粒子とPAO粒子のモード径はそれぞれ約40と170 nmで、両中和器の粒径分布は良く一致していた。またデータの再現性も高く、安定した粒径分布が得られていた。
 - ・両中和器のSMPS個数濃度を広い範囲で比較して濃度依存性を確認したところ、粒子種に関係なく両中和器には良い相関関係が認められた。また傾きはNaCl粒子が1.0619、PAO粒子が0.9613と直線応答性が認められた(P5)。
 - ・計測手順②ではエレクトロスプレーを用いて50 nm以下のPSL標準粒子や10～20 nm近辺にモード径を有するスクロース粒子の発生を試みた。何れの粒子においても両中和器の粒径分布は良く一致しており、個数濃度は軟X線中和器の方が僅かに高めの値を示す傾向にあった(P5～6)。
 - ・SMPSの幾何平均径を両中和器で比較して粒径依存性を確認したところ、粒子種に関係なく幅広い粒径範囲で良い相関関係が確認された。また傾きも粒子種に関係なくほぼ1に近く、直線応答性が良いことが分かった(P7)。
 - ・計測手順③の方法で軟X線中和器からの粒子発塵を確認したが、下流側CPCの個数濃度はほぼ0で、軟X線中和器のX-RayボタンOn後の4分間の平均個数濃度は0.004979 個/cm³であった(P7)。
 - ・上記の結果より軟X線中和器はAm241中和器と同等の性能を有し、中和器からの発塵も0に近いことからAm241中和器の代替として十分に有用であると考えられる。

<計測手順①の結果>

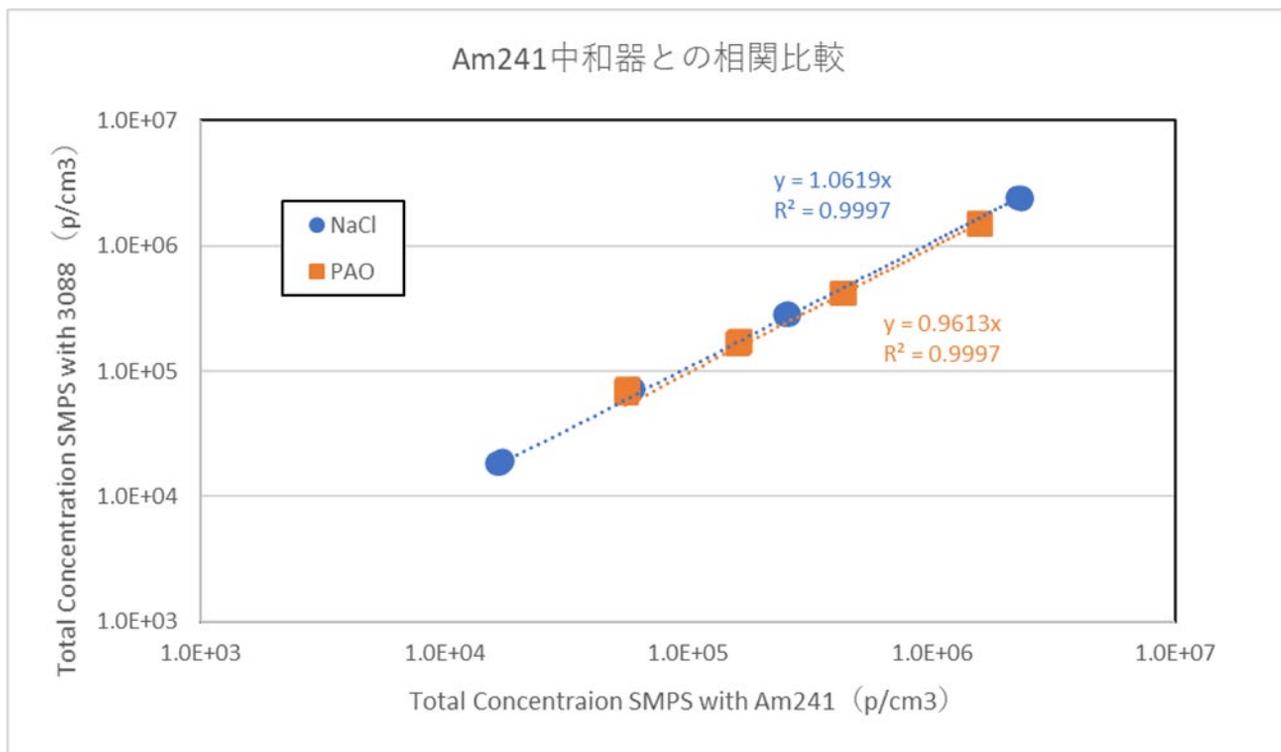
NaCl粒子の粒径分布比較



PAO粒子の粒径分布比較

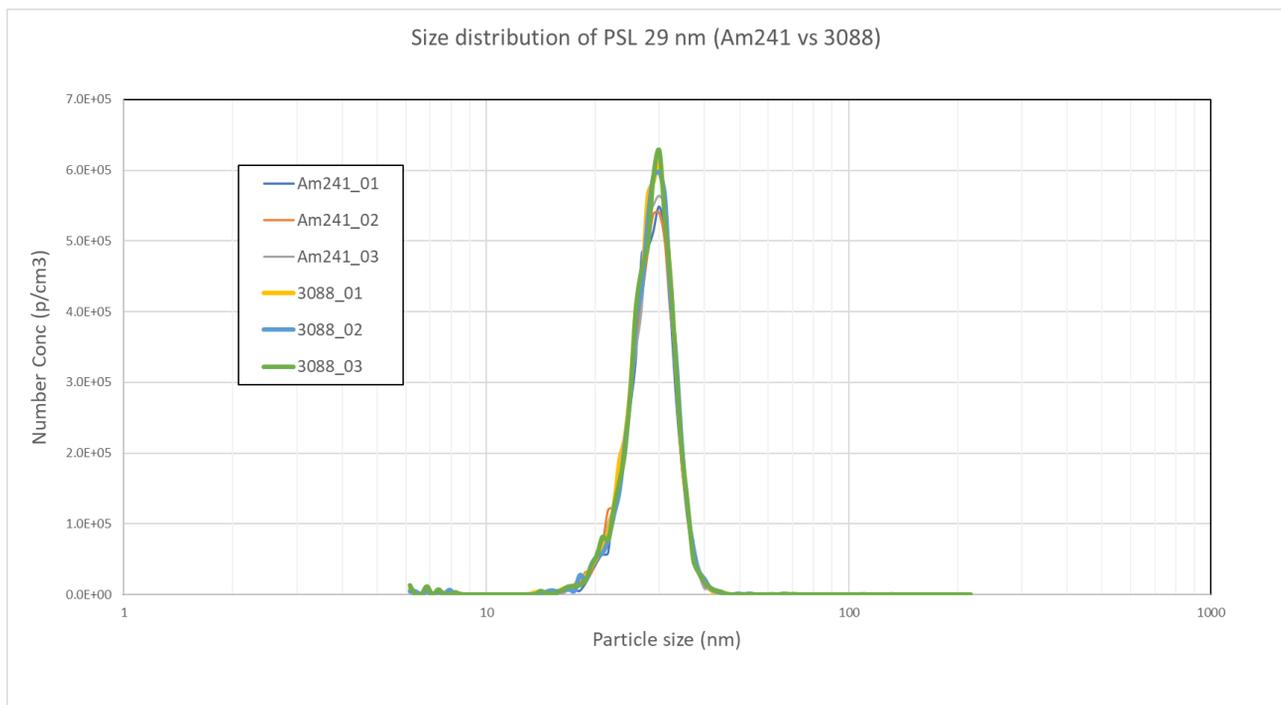


両中和器 (SMPS個数濃度) の相関比較

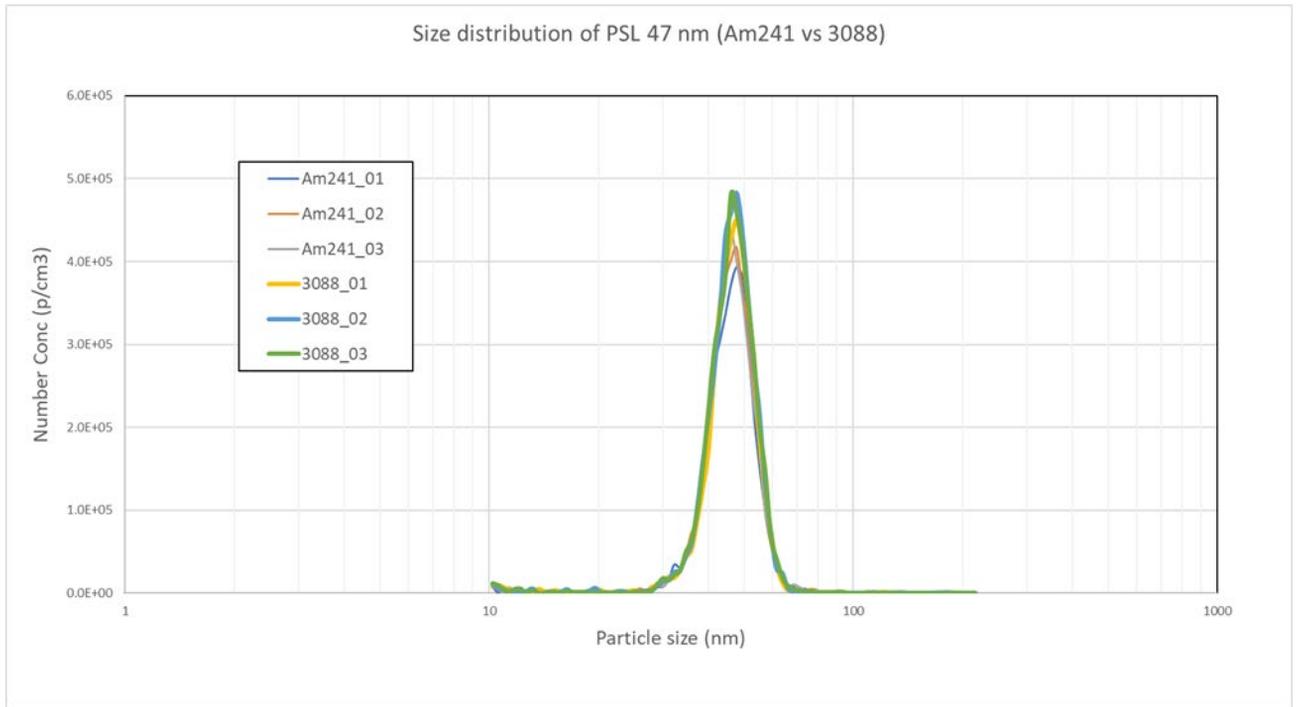


<計測手順②の結果>

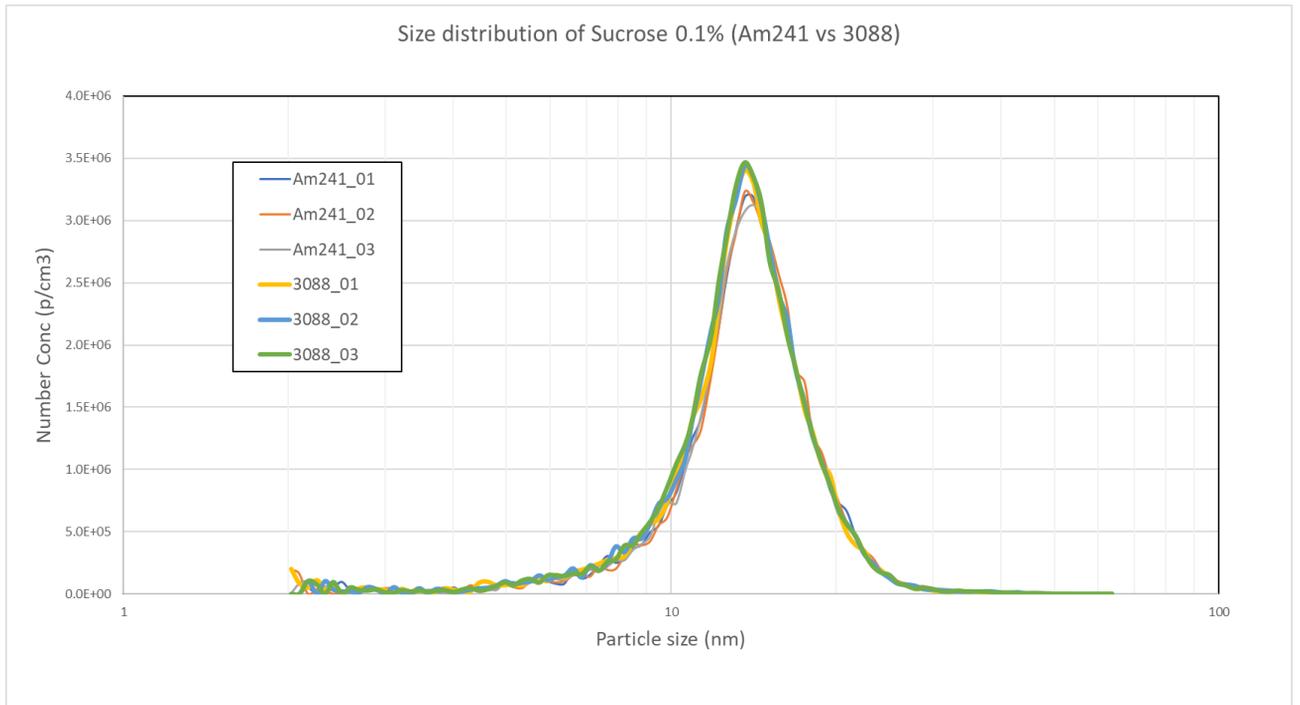
PSL標準粒子 (29 nm) の粒径分布比較



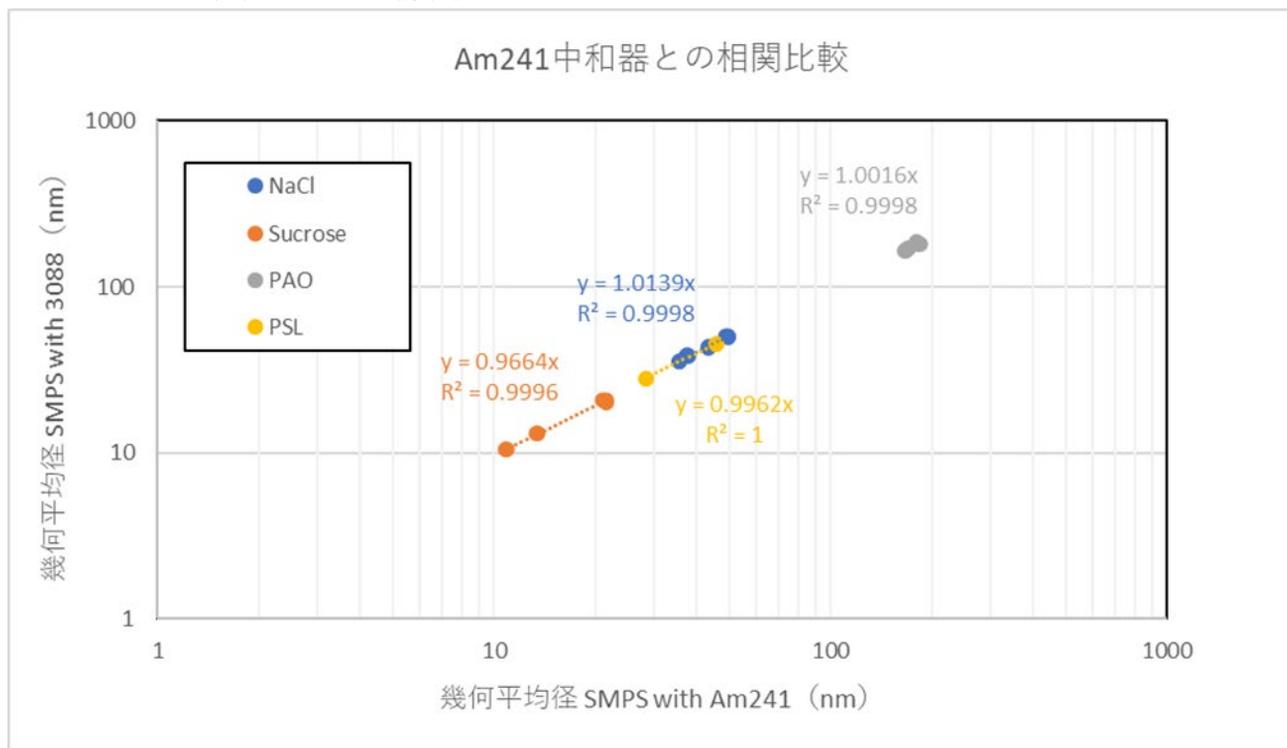
PSL標準粒子(47 nm)の粒径分布比較



スクロース粒子(0.1%)の粒径分布比較



両中和器 (SMPS幾何平均径) の相関比較



<計測手順③の結果>

軟X線中和器のゼロ点確認

