

質量同時測定型液中粒子計数装置による液中粒子数濃度標準開発

Development on a particle number concentration standard in liquid with a simultaneous measurement of the mass of suspension type optical particle counter

○坂口 孝幸 (産総研)

○Takayuki SAKAGUCHI (NMIJ/AIST)

E-mail: ndyag532pulse @ni.aist.go.jp

1. 始めに

血球計数、清浄水の汚染管理、潤滑機構の監視など広く利用されている液中粒子数濃度測定器は、標準液による校正や試験により信頼性を担保できる。正確さを保証するため、国立研究開発法人産業技術総合研究所では、濃度範囲 5×10^2 個/g - 2×10^6 個/g、中心粒径範囲 $2 \mu\text{m}$ - $20 \mu\text{m}$ を校正対象とする全数計数型フローサイトメーター(T-FCM)を用いた液中粒子数濃度一次標準を開発し、校正業務を実施しているが、校正粒子中心粒径下限拡張や測定の迅速化のため、T-FCMを用いた方式から液中粒子計数装置を用いた方式に変更すべく質量同時測定型液中粒子計数装置 (Simultaneous-Measurement-of-Mass-Type Optical Particle Counter: SMM-OPC)を開発している。

2. 質量同時測定型液中粒子計数装置による粒子数濃度測定方法

母粒子懸濁液を希釈率 R で希釈し、希釈後懸濁液試料を SMM-OPC により計数 N_{Si} (個)し、同時に計数された希釈後懸濁液質量 M_{Si} (g)を測定することで、母懸濁液粒子数濃度 C_0 (個/g)を求めた。

3. 不確かさ要因

母懸濁液粒子数濃度 C_0 の推定は希釈時の分取に伴うばらつきの寄与を考慮し、希釈後懸濁液濃度測定結果 C_{li} と $C_0 = C_{li} \times R$ であることから不確かさの伝播則を直接適用して求めた。

$$\frac{u^2(C_0)}{C_0^2} = \frac{u_{\text{smp}}^2(C_0)}{C_0^2} + \frac{u_{\text{rdm}}^2(C_{li})}{C_{li}^2} + \frac{u_{\text{sys}}^2(N_{Si})}{N_{Si}^2} + \frac{u_{\text{sys}}^2(M_{Si})}{M_{Si}^2} + \frac{u^2(M_{li})}{M_{li}^2} + \frac{u^2(M_{oi})}{M_{oi}^2} \quad \text{式 1}$$

右辺は、分取・SMM-OPC 計数・計数の系統的・希釈後懸濁液質量・希釈後質量・採取原液質量の不確かさを表している。

計数質量の不確かさは、天秤の系統的成分による成分 $u_{\text{bal}}(m)$ と計数用プローブによる見かけ上の質量増加成分 $u_{\text{pro}}(m)$ 、シリンジポンプ吸引速度不均一による成分 $u_{\text{nl}}(m)$ からなり、ボトル直径 60 mm、プローブ直径 4 mm の時、相対不確かさで $u_{\text{pro}}(m) = 0.0027$ になる。

式 1 以外の顕著な系統的成分有無の検証は、質量校正式顕微鏡法^[1]との比較を行う予定である。

4. 終わりに

SMM-OPC と電子天秤からなる液中粒子数濃度標準の不確かさ要因を推定することができた。現行標準との整合性を確認し、粒径下限を 500 nm まで拡張するための研究を現在実施中である。

[1] T Sakaguchi and K Ehara Primary standard for the number concentration of liquid-borne particles in the 10 to 20 μm diameter range Meas. Sci. Technol. 22 024010 (11pp) (2011)