

II-(1)-4 マイクロ・ナノ化学システムを用いる単一ナノ粒子分析法の開発 (担当：火原彰秀)

目的

100nm から数 μm サイズの固体粒子あるいは液体粒子（液滴）を単一粒子として分光学的に解析する手法を開発する。具体的には、粒子分散溶液を搬送して検出点まで流すマイクロ・ナノ化学システムを用いて、高い検出効率を目指す。また、現在主に濃度定量に用いられている熱レンズ顕微鏡を改良し、単一粒子を流れの中で解析する手法を開発する。

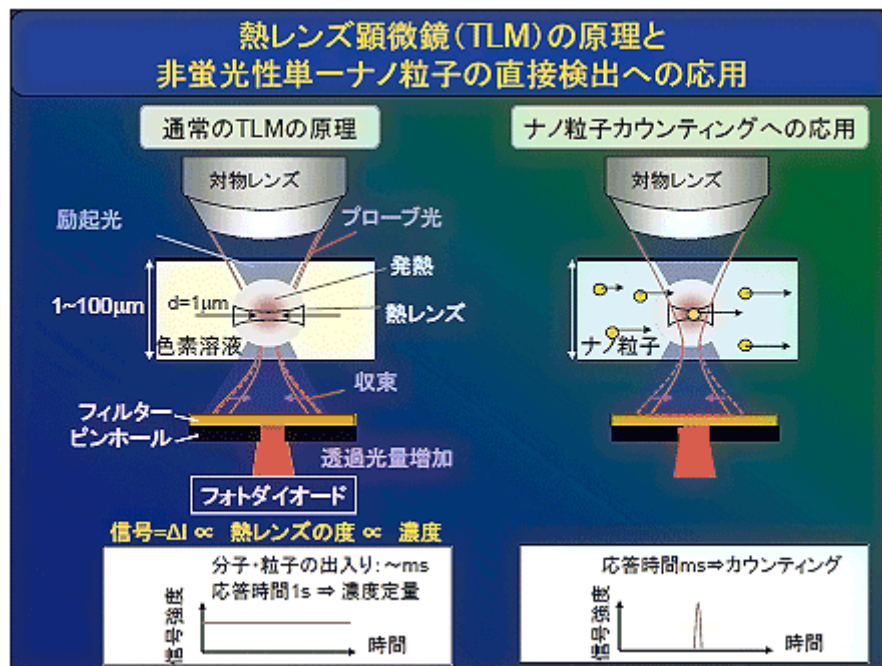


図 1 熱レンズ顕微鏡によるナノ粒子カウンティングの原理

研究内容

熱レンズ顕微鏡によるナノ粒子の計数

単一ナノ粒子計測のためのマイクロ・ナノ流路のデザインおよび流体制御システムを図に示す。ナノ流路へ試料を導入するために、マイクロ流路を接続して、マクロ空間からマイクロ・ナノ空間へ段階的に小さくなっていく構造にした。また、圧力損失が大きく、通常のポンプでは困難な低流量（pL/分）での送液を可能にするために、空気圧力コントロールによる流体制御システムを新たに開発した。

これらの手法と、開発した熱レンズ顕微鏡を組み合わせ、モデル試料であるポリスチレンナノ粒子を一つ一つ計測した。この原理は熱レンズ効果に基づいており、理想的には励起光（波長 266 nm）での各ナノ粒子の吸光度に応じて信号強度が大きくなる。ナノ流路（幅・深さともに約 1000 nm）での測定結果を図 2 に示す。図 3 左より確かにナノ粒子が測定部を通過したときに、パルス的な信号が観測された。図 3 右より、このパルス数はナノ粒子の濃度に比例することから、確かにナノ粒子由来の信号であることがわかった。また、観測されたパルス数は、粒子の濃度と流速から計算される導入粒子数（図中の理論線）とほぼ一致することがわかり、ナノ流路にすることで 100%の検出効率を実現できることがわかった。今後は、流路構造の最適化により、信号強度のばらつきを抑えることを検討するとともに、感度の向上を図る。

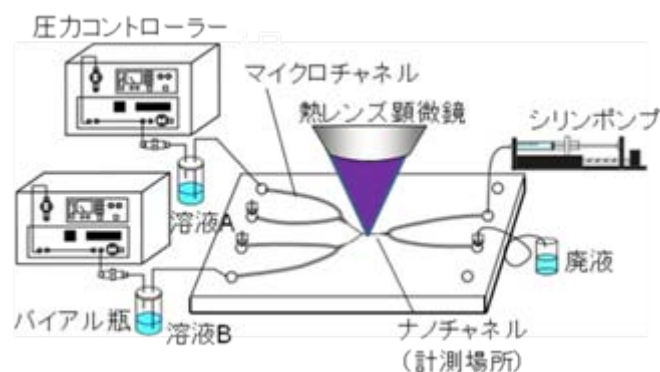


図 2 測定システム

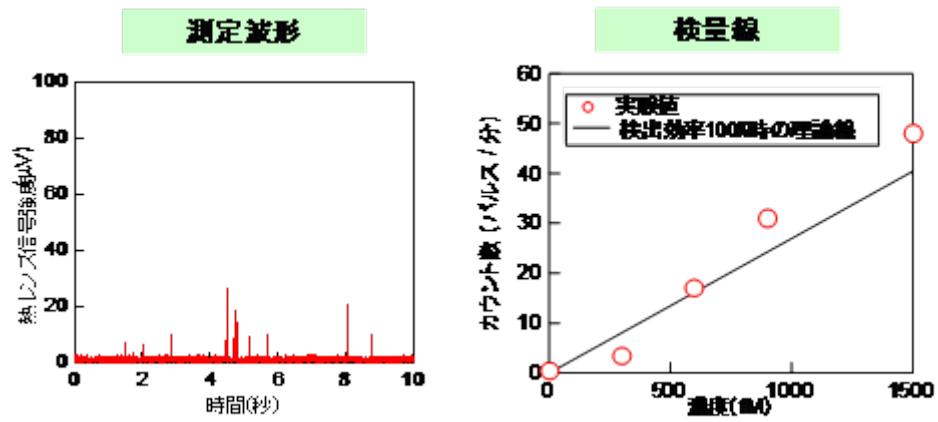


図 3 信号波形 (左) と検量線 (右)

農林水産省委託研究：食品ナノテクノロジープロジェクト：

評価技術：マイクロ・ナノ化学システム

参考文献

- Yuki IMURA, Yasuyuki ASANO, Kiichi SATO, Etsuro YOSHIMURA: A Microfluidic System to Evaluate Intestinal Absorption, Analytical Sciences , 25 (12) , 1403-1407(2009)