

【特別推進研究】

理工系（工学）



研究課題名 拡張ナノ空間流体工学の創成

東京大学・大学院工学系研究科・教授

きたもり たけひこ
北 森 武 彦

研究分野：流体工学、マイクロ・ナノデバイス
キーワード：拡張ナノ空間、マイクロ化学システム

【研究の背景・目的】

量子効果や近接場効果が発現する数 nm の空間を利用するナノテクはエレクトロニクスやフォトンクス等における学術と技術に新しい展開をもたらしてきた。一方、我々は数 μm 以上の空間において、ガラス基板上にマイクロ流路を作製し、そこに反応・抽出等の化学操作を集積化するマイクロ化学システムの研究を進めてきた(図1)。小さいが故に、表面の化学的・物理的特性が流体挙動に大きく影響する空間特性を利用し、短時間高効率に化学プロセスを完了するマイクロ化学チップの技術を世界に先駆けて開発し、診断分析等に適用してきた。こうした直近の先端技術をサイズスケールで整理すると(図1)、 $10^1\text{-}10^2$ nm の空間(拡張ナノ空間と定義)は、ナノテクからマイクロ化学チップへの移行領域であり、また、孤立系の単一分子から凝縮相への過渡的空間であるが、この空間は科学的・技術的に重要であるにもかかわらず、これまで有効な実験ツールがなく、科学としても技術としても比較的未踏の領域といえる。そこで本研究では、我々が培ってきたマイクロ化学技術を基盤に拡張ナノ空間の研究ツールを創成し、これをもとに拡張ナノ領域で初めて出現する流体の物理と化学を明らかにして、「拡張ナノ空間流体工学」を創成する。それにより、拡張ナノ空間を利用した将来の革新的デバイス創成のための基礎を構築することを目的とする。

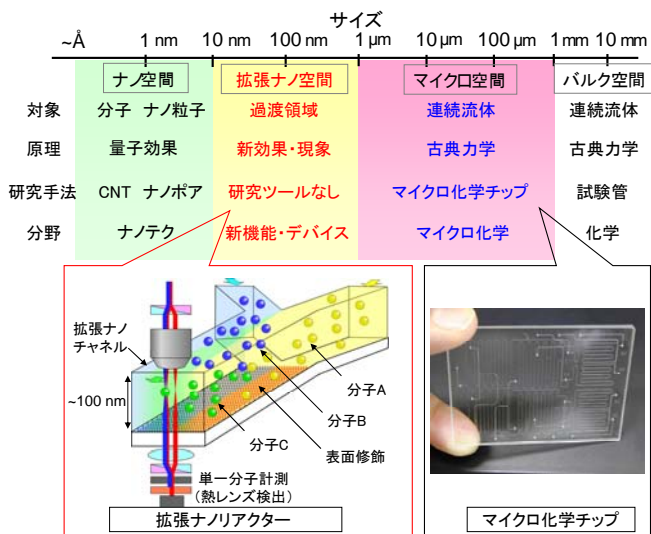


図1 研究の構想

【研究の方法】

研究項目 A: 拡張ナノ空間工学基盤技術の確立

A-1) 拡張ナノ空間極限加工法の開発

従来のトップダウン加工技術に加え、ナノ光学や電子線等、拡張ナノ空間特有の原理を利用した部分表面修飾法を開発する。

A-2) 拡張ナノ空間の流体制御法の開発

親水・疎水等、表面濡れ性制御によって、機械的流体制御デバイスを持ち込めない拡張ナノ空間内で高度な流体制御法を提供する。

A-3) 拡張ナノ空間の単一分子分析法の開発

拡張ナノ空間において必須である単一分子検出法を、我々独自の非蛍光性分子の超高感度検出器・熱レンズ顕微鏡(TLM)を発展させ、実現する。

研究項目 B: 拡張ナノ空間物理・化学特性の解明

B-1) 拡張ナノ空間の溶液構造・基礎物性の解明

分光学的手法を用いて密度、比熱、屈折率といった重要な物性と分子論的な溶液構造を解明する。

B-2) 拡張ナノ空間の化学反応特性の解明

化学反応の空間サイズ依存を解析し、拡張ナノ空間特異性が反応へ及ぼす影響を明らかにする。

B-3) バイオ拡張ナノ空間の溶液化学の解明

特異性が示唆されている細胞間空間の模倣デバイスを創出し、溶液の挙動を解析する。

【期待される成果と意義】

本研究は、新しい研究領域を開くという学術上の意義があるだけでなく、新たな工学的的方法論を提供する。古来、電気二重層と呼ばれる界面領域に分子的描像を与えることでナノ流体力学にも展開でき、極限分析デバイスや革新的エネルギーデバイス等の全く新しいデバイス創成に繋がると期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

1. T. Tsukahara, A. Hibara, Y. Ikeda, T. Kitamori, "NMR Study of Water Molecules Confined in Extended-Nano Spaces", *Angew. Chem. Int. Ed.*, **46**, 1180-1183 (2007)
2. T. Kitamori, M. Tokeshi, A. Hibara, K. Sato, "Thermal lens microscopy and microchip chemistry", *Anal. Chem.*, **76**, 52A-60A (2004)

【研究期間と研究経費】

平成21年度 - 24年度
418,800千円

ホームページ等

<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/kitamori/index.html>