



## 研究課題名 マイクロ・ナノ熱流体複合センシングと界面制御デバイスの開発

慶應義塾大学・理工学部・教授

ひしだ こういち  
菱田 公一

研究分野：熱工学

キーワード：マイクロ・ナノスケール伝熱，対流，物質輸送

### 【研究の背景・目的】

マイクロ TAS 分野を担う次世代のハードウェアである異相界面熱流動制御デバイスの実現のためには、マイクロ・ナノ基盤要素技術（熱流体工学、MEMS・NEMS、超精密加工、ポリマー組成・物性）の巧みな統合が必要不可欠である。本研究では、マイクロ・ナノ基盤要素技術のシステム統合化を目指して、マイクロ・ナノ熱流体複合センシング技術および熱流動界面制御デバイスの開発研究を行う。MEMS・NEMS 技術に新たにマイクロ・ナノ切削加工技術を融合し、液体・固体、液体・液体、気体・液体、そして気体・固体界面をチャンネル内に形成させ、レーザー光励起による蛍光複合センシング技術を用いて異相界面における熱移動現象の解明を行う。本研究では世界に先駆けて、気体・液体界面極近傍における熱流動センシング技術の開発、そしてデバイス材質としてポリマーを選定し、ポリマーへの気体の選択的吸収を実現する固体・気体界面制御技術の確立を行う。

### 【研究の方法】

最終年度に図 1 に示す異相界面熱流動制御デバイスを提案するために、

- ①安定した異相界面形成のため、表面張力、粘性や流量等を考慮して、MEMS・NEMS によるチャンネル壁面性状および超精密加工によるチャンネル微細形状の最適化パラメータの抽出および提案を行う。
- ②液体・液体および気体・液体界面に全反射によるエバネッセント波を照射し、低屈折率側流体に混入した蛍光粒子および蛍光色素（液体・液体界面）、そして浮遊金ナノ粒子（気体・液体界面）からの撮像情報、更に光ピンセットによって補足された高屈折率側流体中の蛍光粒子に作用する力のセンシング結果より、界面極近傍における速度、温度、pH や界面電位等の物理量を求め界面熱流動構造の解明を行う。
- ③デバイス材質として気体選択的吸収性ポリマーを選定し、気体・液体界面における表面張力等の力学的因子を制御することによる、気体・固体界面を介するポリマーへの気体吸収メカニズムの解明を行う。

### 【期待される成果と意義】

本研究で期待される成果として、デバイスの個々の機能の要素分析と統合化をより普遍的にするために、デバイスの個々の機能を階層的に分解および結合することで実現する、統合化計画法に基づいた異相界面熱流動制御デバイス開発プロセス法の確立が挙げられる。更に、熱流体工学に代表される力学的パラメータや電気化学、そして有機化学的パラメータとの相互作用に基づいた画期的な指針の提案を行う点が本研究の意義でもある。

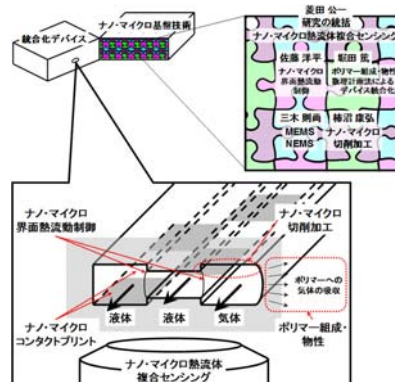


図 1 本研究において開発する異相界面熱流動制御デバイスの概念図。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Ichiyangi, M., Sasaki, S., Sato, Y. and Hishida, K., “Micro-PIV/LIF measurements on electrokinetically-driven flow in surface modified microchannel”, *Journal of Micromechanics and Microengineering*, Vol. 19, 045021 (9 pages), (2009).
- Kazoe, Y. and Sato, Y., “Effect of ion motion on zeta-potential distribution at microchannel wall obtained from nanoscale laser-induced fluorescence”, *Analytical Chemistry*, Vol. 79, pp. 6727–6733 (2007).

### 【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 – 25 年度

137,500 千円

ホームページ等

<http://www.tfe.sd.keio.ac.jp/>

[hishida@sd.keio.ac.jp](mailto:hishida@sd.keio.ac.jp)