

I-(1)-5 ナノスケールチャネルの製作と微細空間特性の解明（担当：小林功）

目的

マイクロチャネル（MC）乳化技術のナノスケール化を目的として、サイズと構造が高度に制御されたナノチャネル（NC）アレイを開発する。そして、NC 乳化による食用油脂または脂溶性の食品栄養成分を添加した食用油脂を液滴材料とした単分散微細エマルションの精密作製技術を開発する。また、実験的手法と計算機手法（CFD、数値流体力学）による NC 構造および液滴作製プロセスの最適化を図るとともに、NC 乳化時における微細空間特性の解明も図る。さらに、NC 乳化システムの大型化による単分散微細エマルションの生産性向上を図る。

研究内容

矩形ナノチャネルアレイ

4 列の NC アレイ（矩形 NC：計 4,000 本）が加工された単結晶シリコン製の NC 乳化基板を開発した。矩形 NC の断面サイズは幅 600～1,000nm、深さ 250nm であったとともに、矩形 NC のサイズが均一であることがレーザー顕微鏡観察により示された。

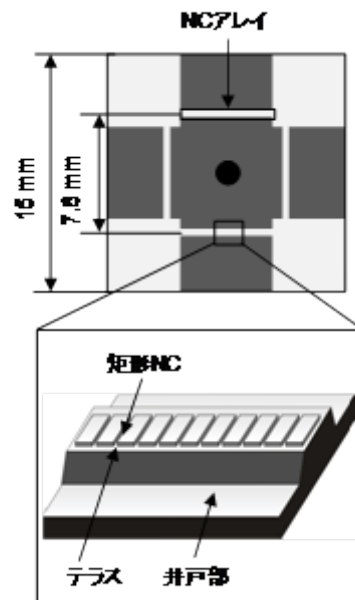


図 1 NC 乳化基板の模式図

直接 NC 乳化

分散相として精製大豆油を用いた直接 NC 乳化（図 2a）を行った結果、平均液滴径が 920nm で変動係数 6.1%の単分散 O/W 微細エマルション（図 2b、連続相：1.0wt%デカグリセリンモノラウレート水溶液）を作製することに成功した。

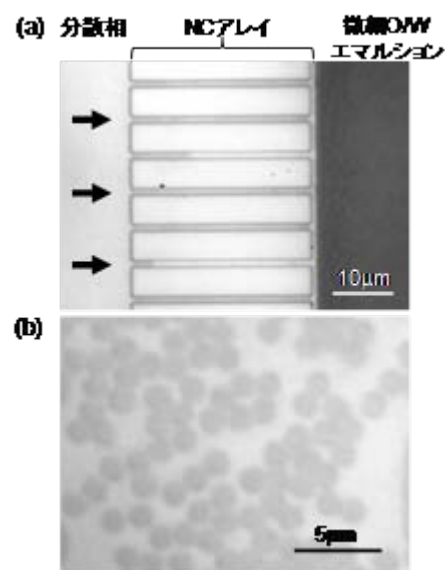


図 2 直接 NC 乳化の様子(a)、および作製された均一微小油滴(b)

矩形 NC（幅 800nm、深さ 250nm）とテラス（長さ 1,500nm、深さ 250nm）を用いた直接 NC 乳化の CFD シミュレーションを行った。矩形 NC とテラスを通過した分散相（精製大豆油）が連続相（水）領域の中で直径約 1,000nm の微小油滴へと自発的に変形することを示した（図 3）。

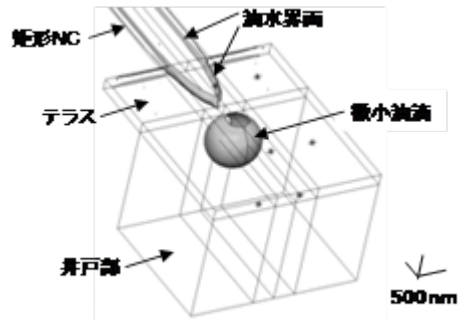


図 3 直接 NC 乳化プロセスの CFD 計算結果

参考文献

- Isao Kobayashi, Marcos A. Neves, Tomoyuki Yokota, Kunihiro Uemura, Mitsutoshi Nakajima: Generation of Geometrically Confined Droplets Using Microchannel Arrays: Effects of Channel and Step Structure, Industrial & Engineering Chemistry Research, 48(19), 8848-8855(2009)
- Isao Kobayashi, Yoshihiro Wada, Kunihiro Uemura, Mitsutoshi Nakajima: Drop generation via symmetric and asymmetric through-hole arrays micromachined in stainless steel plates, Microfluidics and Nanofluidics, 5(5), 677-687(2008)
- Isao Kobayashi, Yoichi Murayama, Takashi Kuroiwa, Kunihiro Uemura, Mitsutoshi Nakajima: Production of monodisperse water-in-oil emulsions consisting of highly uniform droplets using asymmetric straight-through microchannel arrays, Microfluidics and Nanofluidics, 7(1), 107-119(2009)
- Isao Kobayashi, Kunihiro Uemura, Mitsutoshi Nakajima: Effects of channel and operation parameters on emulsion production using oblong straight-through microchannels, 日本食品工学会誌, 10(1), 69-75(2009)