

# 混合流体の相分離に伴う枯渇効果による微粒子間の動的な引力相互作用

京都大学大学院理学系研究科・准教授 荒木 武昭

東京大学生産技術研究所・教授 田中 肇

コロイドなどの粒子を含む混合流体において、温度クエンチした相分離直後の強い非平衡状態下で、濃度拡散と流れ場の動的結合により粒子間に強い相互作用が過渡的に生じることを数値シミュレーションによって示した。

コロイド分散系を扱う際、コロイド粒子に働く力として直接的な粒子間相互作用の他に、分散媒を介した長距離に及ぶ流体力学的相互作用を考慮しなければならない。しかしながら、この流体相互作用は本質的に動的な多体的効果であるため、解析的な取り扱いが難しく、数値シミュレーションを用いた研究が広くなされてきた。我々は固体であるコロイド粒子を高い粘性を持つ変形しない液体粒子として扱い、分散媒との粘性率比が無限大になった極限がコロイド分散系に対応するという考えにたち、流体粒子ダイナミクス法を考案した。この手法では、従来の計算手法において最も大きな困難点である粒子界面における固体-液体境界条件の扱いを避けることができる[1]。また、分散媒に液晶配向秩序・イオン濃度などの自由度を導入することもできることは、この手法の特徴である。

多相流体中に粒子が分散すると、各成分と粒子表面の相互作用により、一方の相が粒子を覆うことがある。少数の相が粒子をぬらす場合、相分離の界面エネルギーを減らすべく、粒子間に実効的な引力が生じることはよく知られており、これは毛管力と呼ばれている。我々は、流体粒子ダイナミクス法に混合流体を記述する組成比の自由度を導入し、粒子を含む系の相分離ダイナミクスに関する数値シミュレーションを行った[2]。その結果、相分離初期において、粒子間に過渡的に引力相互作用が生じていることを見出した。この相互作用は、通常の毛管力よりも強く、さらに長距離に及ぶ。相分離初期において、粒子表面との相互作用によって粒子に向かってぬれやすい相の拡散が起こる。通常は非圧縮条件によりこの拡散流(枯渇流)と流れ場は結合しないが、粒子どうしが近くにあると拡散流が非対称な流体の流れを引き起こし、その流れが実効的な引力を導くことが分かった [3]。

## <参考文献>

- [1] H. Tanaka and T. Araki, Phys. Rev. Lett. 85 (2000), 85.
- [2] T. Araki and H. Tanaka. Phys. Rev. E 73 (2006). 061506.
- [3] T. Araki and H. Tanaka, J. Phys.: Condens. Matter 20, 072101 (2008).

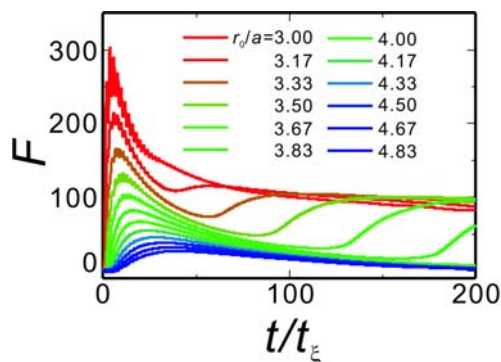


図 1 相分離する溶媒において粒子間に働く力の時間発展の様子。最初のピークが動的な枯渇力に起因している。