

「コンタクトライン近傍流体の動力学」研究班WG活動報告

東京理科大学 上野一郎^{1,*} 東北大学 小宮敦樹² 神奈川大学 木村達人³
 東京大学 塩見淳一郎, 丸山茂夫⁴ 宇宙航空研究開発機構 松本聡⁵

Activities of space utilization research working group on 'Dynamics of the fluid in the vicinity of the contact line'

Ichiro Ueno^{1,}, Atsuki Komiya², Tatsuto Kimura³,
 Junichiro Shiomi⁴, Shigeo Maruyama⁴, & Satoshi Matsumoto⁵*

¹Tokyo University of Science, 2641 Yamazaki, Noda, Chiba 278-8510

²Tohoku University, 2-1-1 Katahira, Aoba, Sendai, Miyagi 980-8577

³Kanagawa University, 3-27-1 Rokkakubashi, Kanagawa, Yokohama, Kanagawa 221-8686

⁴The University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo, Tokyo 113-8656

⁵JAXA, 2-1-1 Sengen, Tsukuba, Ibaraki 305-8505

*E-Mail: ich@rs.noda.tus.ac.jp

Abstract: Control of wetting and dewetting processes of the solid material by the liquid are of great importance for technological applications under microgravity as well as microscale conditions. These processes accompanies with the movement of the boundary line of three phases, so-called 'contact line (CL).' Our group has been interested in this phenomenon, and has carried out collaborating research on this topic. This manuscript describes the activities of our working group for space utilization research.

Keywords; Space Utilization, Contact Line, Wettability

はじめに

固体面上における液滴の移動などに見られるような「濡れ」の問題は、部分的濡れを有するありとあらゆる系に見られるものである。微小重力環境下においては重力の影響がほぼ無視できるため、地上において重力駆動による液体移動時にはほぼ見られなかった、固液気3相境界線（コンタクトライン）近傍流体の動力学に起因する影響が顕著化する。すわなち、所謂「濡れ性」と呼ばれる性質が重要となるわけであるが、この性質は界面近傍の分子レベルからなるミクロな現象が、液滴全体の形状や運動といったマクロ的な挙動に影響を与えるというメソスコピックな現象であると言える。本研究グループでは、このようなメソスコピックな熱流体力学に関する知見を蓄積すると共に、宇宙環境における部分的な濡れを有する系を利用した応用技術の高効率化、また部分的濡れを有する系の環境制御可能化を目指して研究を行っている。特に宇宙環境においてこのような系が大きく寄与するのは熱流体現象を利用した技術であり、沸騰や凝縮現象を伴う熱交換器の伝熱特性に直結する問題であると言える。また、結晶成長や薄膜コーティング、さらに動植物の環境保持に深く関与している。

本ワーキンググループ(WG)は、本年度提案・受理されたものであるが、このWG公募が実施される以前より、宇宙環境利用流体科学ワーキンググループ(SURF)(代表:河村洋(東理大))の

サブグループとして活動を行い、昨年度本公募に申請・受理されたSURFのサブグループとして1年間活動を行った後、本年度より独立したWGとして新たに組織したものである。

研究WGの体制および内容

本WGでは下記体制のもと、実験および分子動力学を用いた数値計算から当該現象にアプローチを行っている。

実験的研究[担当:上野(東理大),小宮(東北大),松本(JAXA)]

高精度干渉計を用いた、固体面上を移動する液滴前縁コンタクトライン近傍流体のプロファイル再構築(Fig. 1)(上野・小宮・松本),干渉計の高精度化(Figs. 2, 3)(小宮・松本),コンタクトラインの移動に対する固体面上微粒子の影響(上野)。

分子動力学法を用いた数値計算[担当:上野(東理大),木村(神奈川大),丸山・塩見(東大)]
 固体面上を移動するナノスケール液滴に関する動力学(Fig. 4)(木村・上野),カーボン-アルコール系に関するポテンシャル構築およびコード開発(木村),移動するナノ液滴に対するナノスケール粗さの影響(Fig. 5)(上野),カーボンナノチューブ内外における水の移動(Fig. 6)(丸山・塩見)

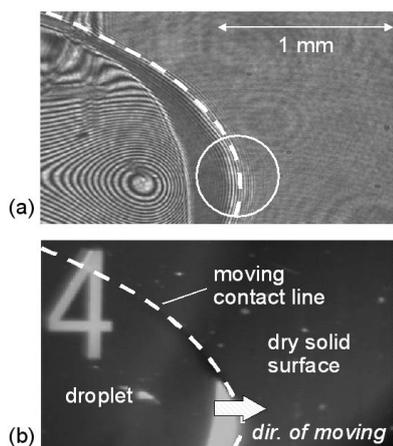


Fig. 1 Snapshot of moving contact line and the fluid in its vicinity in the case of silicone oil - Al mirror system; (a) the fringe pattern and (b) the observed image with white light.

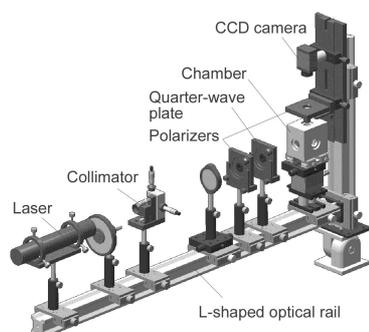


Fig. 2 Experimental apparatus.

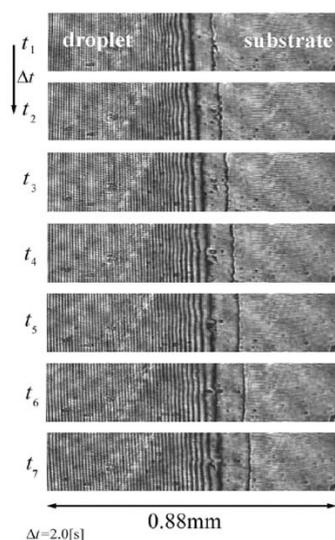


Fig. 3 Time series of interferogram snapshot of moving contact line and the fluid in its vicinity in the case of silicone oil - carbon-coated Al mirror system. The droplet travels on the substrate from right to left in this figure. Time interval between each frame, $t_{i+1} - t_i$, is constant at 2 s.

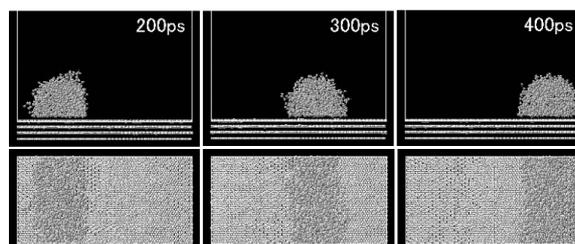


Fig. 4 Example of movement of the nano-scale droplet (water) on solid surface (carbon) by applying initial velocity to the droplet molecules through molecular dynamics simulation: side (top frames) and top (bottom) views.

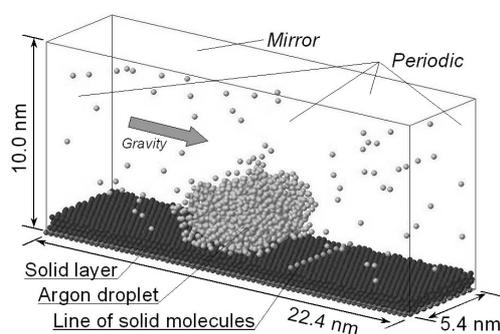


Fig. 5 Computational geometry for investigation on the nano-structure effect upon the nano-droplet movement through molecular dynamics simulation.

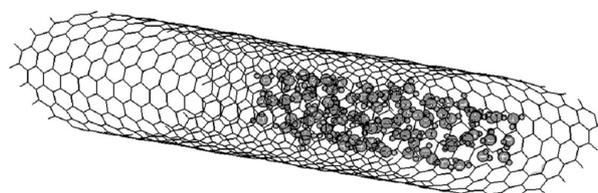


Fig. 6 An oblique slice of (10, 10)-single-wall nanotube (SWNT) confining a water cluster.

平成 17 年度は 3 回の研究会活動を予定している。国内外学会での発表および解説記事の執筆の他、外部資金として科学研究費補助金を計 3 件(基盤 C : 1 件, 若手 B : 2 件) 取得している。

平成 18 年度においては、引き続き研究会活動を行うとともに、微小重力実験への準備を行っていく予定である。