

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		液中溶存ガスがマイクロバブル周辺の光誘起マランゴニ対流に与える影響の解明			
研究テーマ (欧文) AZ		Effect of dissolved gasses in water on light-induced Marangoni flows around a microbubble			
研究氏 代 表 者	カタカナ CC	姓)ナムラ	名)キョウコ	研究期間 B	2016 ~ 2017 年
	漢字 CB	名村	今日子	報告年度 YR	2017 年
	ローマ字 CZ	Namura	Kyoko	研究機関名	京都大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		京都大学大学院工学研究科・助教			
概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)					
<p>気液界面の温度勾配により生じるマランゴニ対流は微小流体の駆動源への応用が期待される。最近我々は、金ナノ粒子薄膜の光熱変換特性を利用することで、水中でマイクロバブルを生成し、バブル周辺にマランゴニ対流が発生できることを実験的に示した。一方で、バブルの周辺に発生するマランゴニ対流の強度はバブルの大きさに依存することが他研究グループの数値計算によって示唆されていた。このマイクロバブルの大きさは水中溶存気体濃度によって調整できると期待される。そこで本研究では、金ナノ粒子薄膜の光熱変換特性をもちいて、溶存気体量を制御した水中でのマイクロバブルとマランゴニ対流の発生について調べた。まず、水を真空超音波脱気したのちに、酸素を溶解させることで水中溶存酸素量を制御した。次に、動的斜め蒸着を用いて金ナノ粒子薄膜を作製した。金ナノ粒子薄膜上に観察用のセルを作製し、溶存酸素量を調整した水で満たした。金ナノ粒子薄膜に波長 785 nm、強度 29 mW のレーザー光を集光し、発生するマイクロバブルと光熱マランゴニ対流を観察した。その結果、溶存酸素量が 6 mg/L 以上では、緩やかな対流を伴う酸素を多く含むバブルが生成した。また溶存酸素量が 2 mg/L 以下では、非常に急激な流れを伴う水蒸気バブルが生成した。さらに、溶存酸素量が 2- 6 mg/L の領域では、前述した両方のバブルが生成した。酸素を多く含むバブルと水蒸気バブルとは確率的に生成し、水蒸気バブルが生成する確率は水中溶存酸素量が少なくなるほど高くなった(現在論文査読中)。さらに本研究を進める中で、水中溶存気体量だけでなく水へのアルコール添加濃度がマイクロバブルの成長やその周りのマランゴニ対流の発生に大きな影響を与えることがわかった(K. Namura et al., Nanotechnology 2018)。本研究で得られた成果は、マイクロバブル及びマランゴニ対流の性質を理解する上で重要な知見を与える。</p>					
キーワード FA	マイクロバブル	マランゴニ対流	金ナノ粒子薄膜	脱気	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}	Investigation of transition from thermal- to solutal-Marangoni flow in dilute alcohol/water mixtures using nano-plasmonic heaters							
	著者名 ^{GA}	K. Namura, K. Nakajima, M. Suzuki	雑誌名 ^{GC}	Nanotechnology					
	ページ ^{GF}	065201-1~7	発行年 ^{GE}	2	0	1	8	巻号 ^{GD}	29
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要^{EZ}

Temperature gradient at a gas-liquid interface causes a variation of the surface tension, which generates Marangoni flows. In our previous study, we showed that thermoplasmonic effect of a gold nanoisland film is suitable for the generation of a microbubble in water and Marangoni flows around it. In order to control and understand the Marangoni flow more precisely, investigation on the properties of the generated microbubble has been necessary. It is considered that the nature of microbubbles depends heavily on dissolved gases in water. Therefore, in this study, we have investigated the nature of microbubbles and the Marangoni flows in water with controlled dissolved gases concentration. The gold nanoisland film was fabricated on a glass substrate by using the glancing angle deposition technique. A fluidic cell was prepared on the gold nanoisland film and filled with water with controlled oxygen concentration from 1 to 20 mg/L. By focusing a laser (wavelength: 785 nm) onto the gold nanoisland film from the rear side of the substrate, we generated a microbubble and a Marangoni flow. As oxygen concentration in water is reduced, the microbubble diameter decreases. When water has high oxygen concentration of more than 6 mg/L, stable oxygen-rich microbubble is generated. It is accompanied with Marangoni flow, whose flow speed is up to several mm/s around the bubble. On the other hand, when water has low oxygen concentration of less than 2 mg/L, a tiny water vapor microbubble with a diameter of 10 μm is generated. This microbubble is accompanied with a significantly rapid Marangoni flow, whose flow speed exceeds 1 m/s in the vicinity of the bubble. Furthermore, in the range of 2—6 mg/L, the water vapor bubble is generated stochastically. These results suggest that the gas composition in the bubble is the key to generate strong Marangoni flows. The rapid Marangoni flow around the water vapor bubble is expected to be useful for particle manipulation or microfluidic mixing.