

2023 年度年次報告書

複雑な流動・輸送現象の解明・予測・制御に向けた新しい流体科学

2021 年度採択研究代表者

植松 祐輝

九州工業大学 大学院情報工学研究院
准教授

マイクロ・ナノ界面系でのイオン流体科学の創出

研究成果の概要

2023 年度の主となる研究成果として、ナノバブルの質量密度計測を報告する。バルクの水中で長期間にわたって安定に存在すると言われる「ナノバブル」は、流体力学的には数ミリ秒で収縮、消滅することが知られている。一方、ここ 20 年ほどの間に、気泡生成をしたあとに水中にナノバブルと思われるナノ粒子が長期間安定に存在し、光散乱などの手法で検出されている事例の報告が相次いでいる。気泡がナノスケールで安定化するメカニズムを説明する理論も相次いで提案され、バルク中の安定したナノバブルの存在が分野において大きな議論を巻き起こしている。

先行研究では、ナノバブルと考えられる粒子の質量密度を計測し、それが気泡であるのか固体、あるいは液体の粒子であるのかを区別しようとする試みが、複数ある。主に用いられている手法は共振質量法と呼ばれるもので、その結果は、生成方法に差があるものの、ナノバブルの質量密度は 0.9 から 4.0 g/cm^3 となっており、気泡から予想される値 0.001 g/cm^3 とは大きく異なることが判明している。しかし、質量密度の計測法に限られており、分野で一致した見解には到達していない。

そこで本研究では暗視野顕微鏡法と撮影の高さ制御を行うことで、ナノ粒子の浮上沈降ダイナミクスの可視化に取り組み、統計力学における沈降平衡と平均二乗変位の概念をつかって、粒径と質量密度を実験的に算出することを試みた。その結果、ナノ粒子は水よりも質量密度が大きいことが分かった。これはナノバブル生成によって形成されたナノ粒子は気泡ではないことを意味している。また、ナノバブル生成を行っていない超純水ではこのようなナノ粒子の個数は少なかった。したがって、超純水に溶解していた不純物かナノバブル生成に伴って混入した不溶性の不純物がナノバブル生成に伴い気泡界面に集積され、ナノ粒子化したものと考えられる。