



■キーワード

分子タグ 光化学反応 蛍光計測 流体計測 粒子計測

■研究の概要

空気や水など透明流体の速度分布を可視化計測するためには、流れに追従する小さな異物(トレーサ)の動きを捉える必要があります。しかし、液体と無数の粒子から構成される粒子懸濁液は、異物として粒子を含むため、連続相と分散相それぞれの速度を計測するためには、トレーサの動きと粒子の動きを正確に分離する必要があります。我々の研究では、不可逆的な光化学反応による蛍光退光現象を応用し、分子レベルのタグを空間中に設置しました。任意の場所と時間でタグを設置できるため、計測の要求に合わせてタグの設置をアレンジできます。計測対象に合わせて、タグを自在に操り、速度を可視化することで、複雑な流動現象の理解に繋がります。

■研究・技術のプロセス/研究事例

傾斜壁を有する容器に、水道水と比重の小さい(浮上する)粒子で構成される粒子懸濁液を入れ、静置します(図1左)。粒子は自由浮上し傾斜壁の近傍に清澄層が形成されます。このとき、局所密度差に駆動され清澄層が沈降するボイコット効果が生じます(図1右)。さらに、ボイコット効果による清澄層流動は慣性重力波による不安定現象が生じ、清澄層が時空間的に揺らぐ『転波』が生じます。図2は粒子の直径、粒子の体積率を変化させて実験を行い、粒子と液体の速度を分析した結果を表します。分析結果と現象を照らし合わせると、転波の発生有無は粒子濃度界面の解像度によって決まることが分かりました。この結果から、コーラやソーダなどの炭酸水に含まれる泡が個別に浮上し、一方で、ギネスビールの泡が模様を作る現象、それぞれを接続する『連続体限界とは何か?』を解釈することに成功しました。

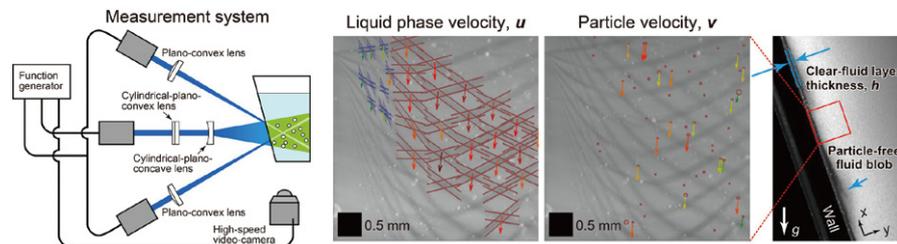


図1 計測系と速度場解析の結果

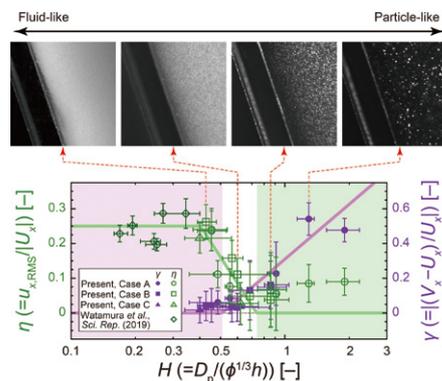


図2 粒子の空間分布と速度場の分析結果

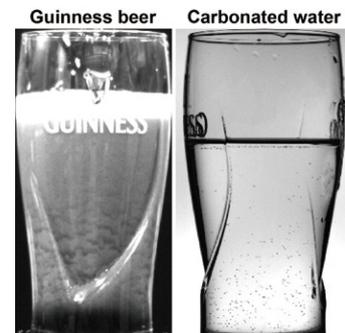


図3 ギネスビールと炭酸水に含まれる泡の比較

光のON/OFF制御による速度場計測
分子のタグで速度と粒子の分布を同時に測る

■セールスポイント

速度を空間の分布として捉えることは、流れを理解する上で大変有用です。計測対象にトレーサを入れる必要がなく、任意の場所と時間に分子タグを設置可能です。光を駆使した新たな計測手法として注目されています。