

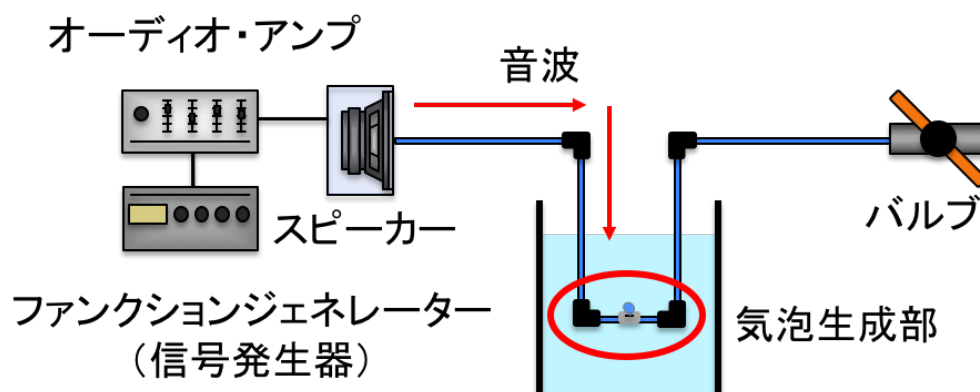
音波とスリット入り弾性管を用いた静止液体中への気泡生成制御法の開発 ～気泡流素過程の解明を目指して～

1. 本発明の背景と目的

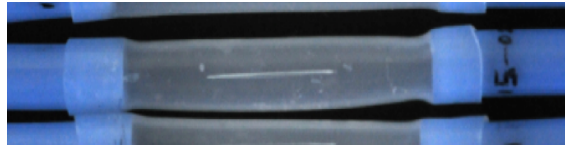
気泡を含んだ流れは、様々な自然界で見られ、幅広い工業装置で利用されています。しかしその気泡流は、極わずかな不純物によって構造が激変し、その予測が困難となっています。そのような気泡流を高精度に予測し、機器の設計や流動予測をするには気泡流の素過程、すなわち気泡挙動や気泡同士の合体现象などの現象解明が重要です。気液界面積（気泡の表面積）は重要な物理量であるにも関わらず、2個の気泡のたった一度の合体によって20%も変わってしまうためです。このような気泡流素過程の現象解明には、液体中に望んだ径の気泡を任意のタイミングで望む個数生成する必要があります。これまで静止液体中に制御された気泡を生成することは非常に困難でした。本手法は、気泡の音響特性とスリット入り弾性管を併用することで、静止液体中に、任意のタイミングで様々なサイズ気泡を生成可能にしたものです。通常の孔からは原理的に不可能と言われた気泡生成を、スリットと弾性管、音波を用いることで解決しました。

2. 本研究の技術的特徴

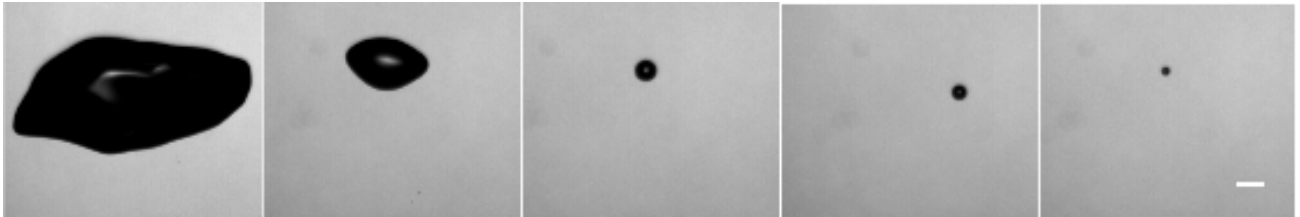
浮力の小さな微細気泡は、一般的に液体の流れを使用して生成します。一方、生成途中で離脱してしまう大きな気泡は、複数の気泡を合体させて生成します。本研究では、それらを解決するために、スリット入りの弾性管を利用しました。さらに気体を供給する導管内に音波を伝播させて、その音波によって気泡の生成を制御することに成功しました。下図が装置全体図になります。ファンクションジェネレーターで作成した信号をオーディオアンプによって増幅し、スピーカーを振動させます。その振動が管内を伝播して、スリット入り弾性管まで到達し、気泡を生成します。



オーディオスピーカーから発生させた音波によってスリットの入った弾性管が変形し気泡を発生させます。



スリットの入った弾性管より気泡が生成されます。



本手法によって発生させた気泡。音波（ファンクション・ジェネレータの信号）を変化させるだけで、装置構成変更無しに、幅広い径の気泡が制御可能になりました。写真の白線は1ミリメートルを示します。

気泡が付着しやすい濡れにくい材料でも、小さな気泡を初期振動によって離脱させることができます。またスリットは音波によって開口幅を制御することができるため、大きな音圧を持つ音波や、管端からの反射波を利用して大きな気泡も瞬時に生成することができます。これらの研究成果は、米国物理学協会 AIP Publishing「Review of Scientific Instruments」、エルゼビア社「Chemical Engineering Science」に掲載され、さらに日本混相流学会「混相流」への掲載が決定しました。

3. 今回の発明の特徴（世界初の点を含む）

- (1) 浮力の極めて小さな0.3ミリメートルより小さな気泡から、分裂直前の10ミリメートルを超える大きな気泡が装置構成変更無しに生成可能
- (2) 静止液体中にこれらの気泡を生成することが可能
- (3) 液体の流れを使用する必要が無いため、せん断力に弱い細胞等のバイオリクターなどに利用可能
- (4) スリットを利用することでノズルによる個体差が小さいため、複数のノズルへの応用が可能
- (5) 気体導管内の音響特性（反射、共鳴）を利用することで、単一気泡や周波数を制御した気泡列の生成が可能

4. 現在の段階

弾性管と液体との相性を調査し、さらに広範囲の液体での使用可能性を調査しています。

