

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
2022 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

山本 卓也

東北大学 大学院工学研究科
助教

ソノケモフルイデイクス論による化学流体場の予測

研究成果の概要

本研究では、超音波反応場におけるソノケミカル反応と流動(フルイド)現象を同時に高度に制御する方法を導き、超音波化学流体工学(ソノケモフルイディクス)という新しい学問分野を構築することを目指す。これを達成するために、音響キャビテーション気泡界面を介した物質移動とキャビテーション気泡内における化学反応を同時に予測できる数値モデルを構築することが必要である。そこで研究初年度には音響キャビテーションの気泡界面を介した物質移動を予測することができる数値モデルの開発を行った。

具体的に行ったことは、気液混相流の解析手法の一つである Volume of Fluid (VOF)法をベースにし、1 流体モデルとともに物質移動を予測できる Continuous Species Transfer (CST)モデルを連成し、音響キャビテーション気泡の運動に伴う物質移動を予測できるようにした。また、計算精度を向上するため、Compressive CST (C-CST)モデルの導入、幾何的に界面を再構築する geometric VOF 法を連成し、音響キャビテーション周囲において精度良く界面を介した物質移動を予測できるようになった。この数値解析モデルを利用することで、音響キャビテーションの物質移動時に気泡膨張時に濃度境界層が狭く、気泡圧縮時に濃度境界層が広がることで気泡膨張時の物質移動の影響が大きくなる shell 効果、気泡膨張時に物質移動面積が大きくなることで、膨張時の物質移動がより支配的になる area 効果を計算し、ソノケミカル反応場と流体现象を同時に予測する数値モデルの基礎となる物質移動を解明できるようになった。