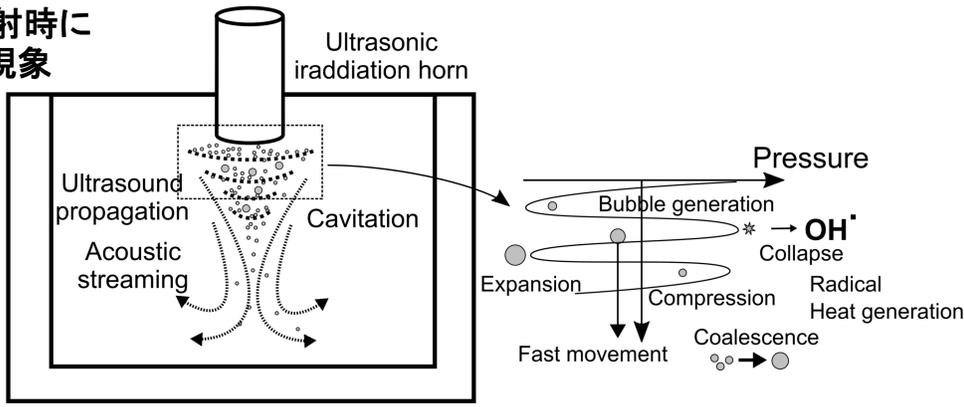


# 液体中に超音波を照射した際に発生するソノプロセス内の現象解明と数値解析

山本卓也 (大阪公立大学 大学院工学研究科)

## ソノケミストリー分野の背景

### 超音波照射時に発生する現象



液体中に超音波を照射すると、局所的に圧力が増減し、気泡核が生成  
生じた気泡は超音波振動によって高速に振動し、条件によっては  
内部温度が5000度、100気圧を超え、気泡内部の分子がラジカルに分解  
ラジカルに伴う化学反応が発生  
気泡が高速に運動することから洗浄や粒子分散の効果がある

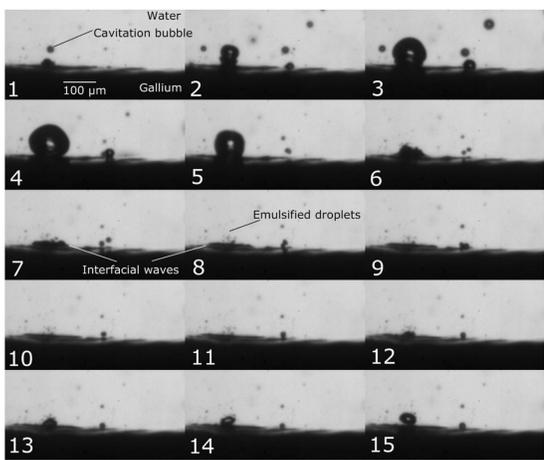
### 超音波でできること

- ✓ 迅速な乳化
  - ✓ 粒子分散
  - ✓ 有機物分解、排水処理
  - ✓ 晶出物形態制御
  - ✓ 脱気
  - ✓ 洗浄
  - ✓ 抽出
  - ✓ 霧化
  - ✓ ナノ粒子合成
  - ✓ 重合反応のスイッチ
  - ✓ 生体応用、アポトーシス誘導
  - ✓ 食品の熟成、エージング
- 応用範囲が広く、  
産業面での利用が広がりつつある

## 研究事例

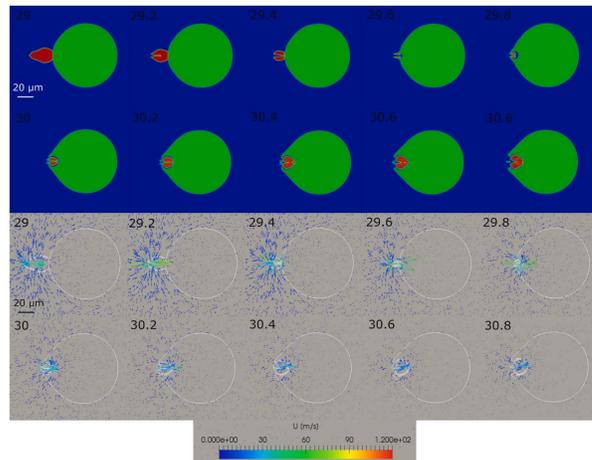
### 超音波乳化時の現象解明と数値解析

水-ガリウム系での乳化の直接観察



T. Yamamoto et al., Ultrason. Sonochem. 71, 105387 (2021)

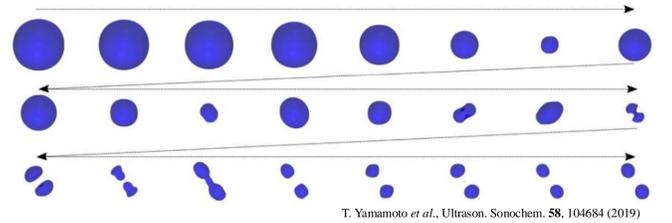
水-ガリウム系での乳化の数値シミュレーション



T. Yamamoto and S. V. Komarov, Ultrason. Sonochem. 62, 104874 (2020)

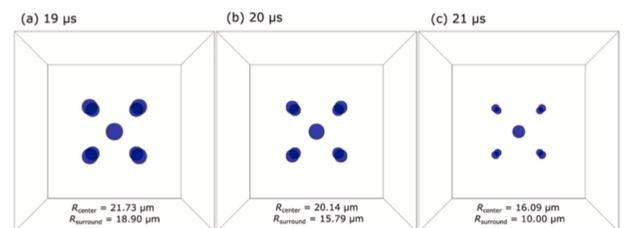
### 気泡運動の原理解明

気泡分裂シミュレーション



T. Yamamoto et al., Ultrason. Sonochem. 58, 104684 (2019)

気泡群中の気泡運動

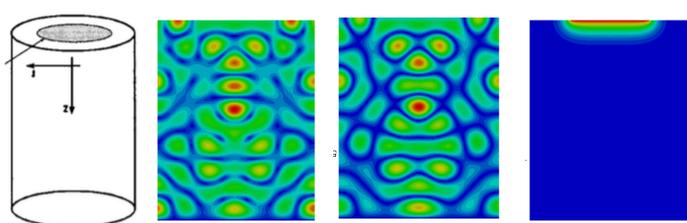


T. Yamamoto and S. V. Komarov, Ultrason. Sonochem. 78, 105734 (2021)

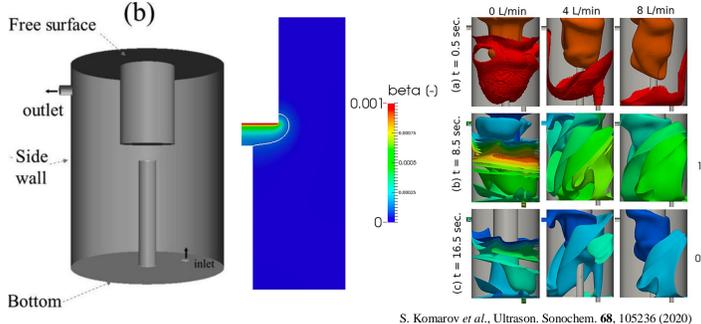
乳化時の局所現象の解明、現象解明から得られるプロセス設計指針提案

### 超音波処理時の現象予測モデルの開発

気泡存在中の超音波の音場予測

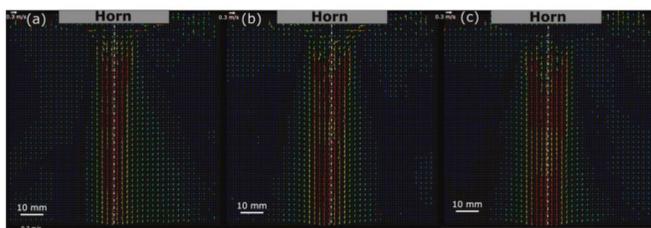
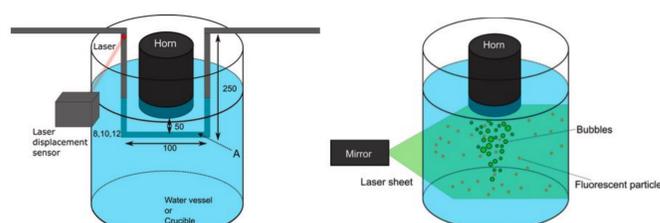


### 超音波による有機物分解処理の数値モデル化

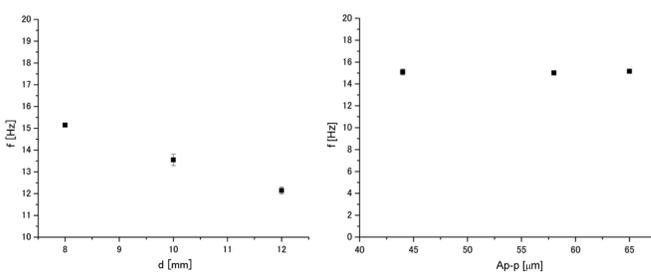


S. Komarov et al., Ultrason. Sonochem. 68, 105236 (2020)

### 高温不透明液体中を含む超音波処理時の流体流速計測



水中でのPIV計測、水中でのカルマン渦による振動計測  
高温不透明液体中でのカルマン渦による振動計測  
を組み合わせることで流速を計測

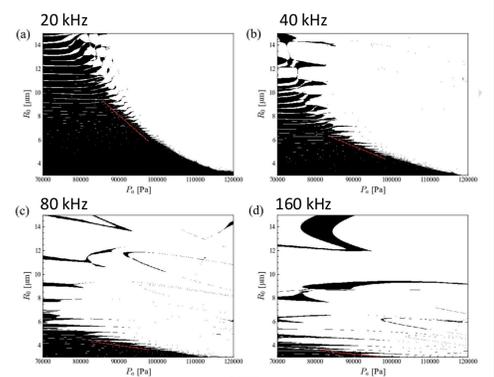


流速-振動数-Strouhal数の関係性を利用

T. Yamamoto et al., Ultrason. Sonochem. 71, 105381 (2021)

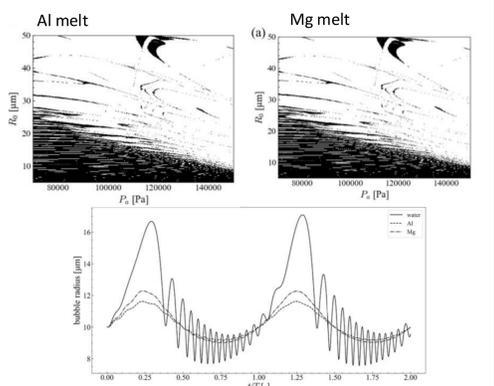
### 安定に存在する気泡径の推定

超音波周波数変化した際に存在する気泡径の推定



T. Yamamoto, Phys. Fluids (in Press).

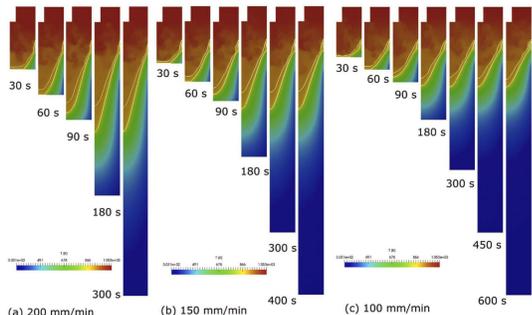
### 高温不透明液体中に存在する気泡径の推定



水中に比べ熔融金属中では  
気泡が3-4倍程度粗大化

T. Yamamoto, Ultrason. Sonochem. 111, 107064 (2024).

### 超音波製造プロセスの数値モデル化



T. Yamamoto et al., J. Mater. Process. Technol. 294, 117116 (2021)

超音波を利用したプロセス開発、現象解明、効率改善にご興味のある方はお気軽にお声掛け下さい