

2017新設

# 金川研究室

[理論流体力学研究室]

- ◆ **数式**で**熱と流体**を切り拓く
- ◆ 次世代の**熱・流体力学**のための**新たな理論の創成**

何をやる？

熱・流体力学の**基礎**的問題。**固体と流体を分けず**に統一化**手で解けるところまでは手計算**(=数学的理論解析)

どう攻める？

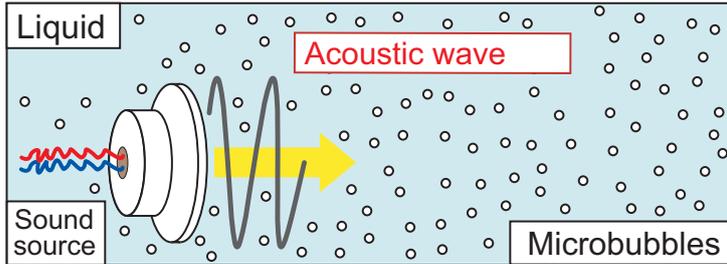
解けなくなるまで、**数値計算**(=コンピュータ)には頼らない！

何を目指す？

特定の工業技術・製品に固有の課題ではなく、次世代の工学の広範の**基盤**となる**本質的かつ革新的な学理**を築く

## 気泡流中の非線形波動理論の新展開

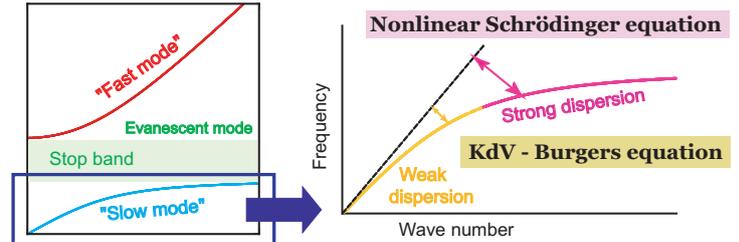
音・泡・熱の接点にある非線形物理学



多数のバブルを含む水中超音波という複雑怪奇な物理を「たった4つの分数」で表現することに成功！

$$\left( \frac{U^*}{c_{L0}^*}, \frac{R_0^*}{L^*}, \frac{\omega^*}{\omega_B^*}, \frac{D^*}{L^*} \right) \equiv (O(\epsilon^a), O(\epsilon^b), O(\epsilon^c), O(\epsilon^d))$$

(Kanagawa, *J. Acoust. Soc. Am.*, 2015)



**シュレディンガー方程式(量子力学)**で**気泡流(古典力学)**が記述される・・・そのカラクリとは？

$$i \frac{\partial A}{\partial \tau} + \nu_3 \frac{\partial^2 A}{\partial \xi^2} + \nu_1 |A|^2 A + i \nu_2 A = 0$$

(Kanagawa et al., *J. Fluid Sci. Technol.*, 2010)

### 第1期生卒業論文題目

- ✓ 気泡を含む液体の圧縮性が招く超高速超音波の多重尺度解析
- ✓ 気泡を含む圧縮性液体中における高速圧力波の準単色伝播を記述する非線形方程式の導出

## 非線形音響学

流れと波と熱の先に何がある？

- ✓ 水中衝撃波の音響ソリトン遷移
- ✓ ポンプ内の損傷抑制を目指した革新的・非線形音響理論の基盤創成
- ✓ 高濃度・気泡流音響学の開拓
- ✓ マイクロバブル水の音響共鳴理論

## 応用数学(生体&連続体)

生体内流れと超音波医療の数学

- ✓ 生体工学や薬剤輸送に向けた、固・液・気の三相連成の連続体力学の数学
- ✓ 低侵襲腫瘍治療技術のための集束超音波の数学的基礎研究
- ✓ 関節液クラッキングフィンガーの力学

## 熱力学の深化と応用

可動部要らずの次世代熱機関

- ✓ 熱音響エンジンと熱音響クーラー
- ✓ 熱と仕事とエントロピーの「状態変化」ではなく「流れ」を予測し、熱力学と流体力学の境界領域を切り拓く
- ✓ 熱力学の新たな体系化への挑戦

全テーマが基礎研究であり、理論解析を主体とするが、必要性等に応じて数値計算・実験との融合を図る

## 最近の研究費獲得状況(研究代表者のみ)

- キャビテーションの弱非線形効果を利用した水中高速音響ソリトンの実現と応用, 科研費・基盤研究C (2018-2020)
- 高速非線形音響波の利用によるポンプ損傷抑制に向けた革新的技術の理論的基盤創成, 小野音響学研究助成基金 (2017)
- 非線形波動論に基づく気泡流中の衝撃波の抑制技術への新展開” 笹川科学研究助成 (2017).
- 不均質音速理論とベンチュリ管実験の融合による「高濃度・気泡流音響学」の開拓, 科研費・若手研究B (2016-2018)
- 気泡振動の能動的制御による水中衝撃波のソリトン遷移を狙う非線形音響理論, 科研費・若手研究B (2014-2016)

## 教育方針(エシス卒研配属希望者向け)

1. 研究成果は、**一流国際論文誌と海外国際学会**で発表します(国内は余り参加しない)。**研究費(旅費など)は全額支給**します。
2. **理論研究では勉強が必須**です。どのテーマも基礎事項は共通していますから、4月末までを基礎的な勉強のみに集中させ、**学生の適性・興味・意欲などを考慮してテーマを決定**します。
3. 履修科目要件はありません。知識の漏れは普通ですし、配属後に知識を一新させます。試験を乗り切るための形式的な学力も不要です。**問題発見力・解決力のために、物事の本質を見出すための力を、基礎からじっくり丁寧に身に付けます。**
4. 数学好きである必要はありませんが、**数学が嫌いでないことは必須事項**です。金川研のテーマは数学を多用するからです。**[注意!!!] 数学嫌いには、金川研の生活は、毎日辛いだけです。**
5. 卒論配属希望生は、**個別面談を行いますので、金川までお気軽にメール**を送ってください。