

「流れ」の数理・物理と工学への応用

Mathematics and Physics of "Flow" and Application to Engineering

複雑系数理工学研究室

Mathematical Engineering of Complex Systems Lab.

自然をつかさどる物理法則には「非線形性」という性質があり、法則自体はシンプルでありながら複雑で多種多様な現象を生み出す源となっています。私たちの研究室では、流体・連続体（水や空気、プラズマなど）の数理と物理、またそれらの工学への応用について研究しています。

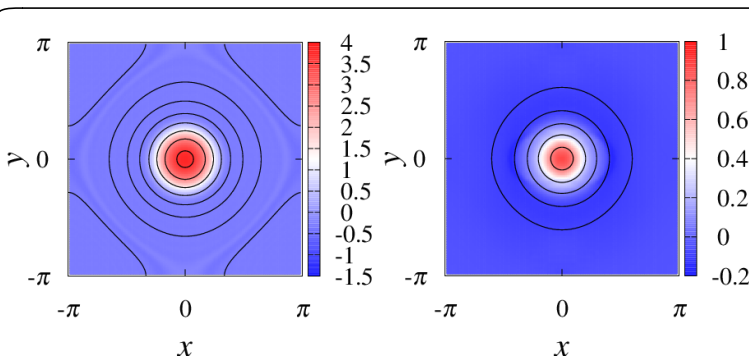
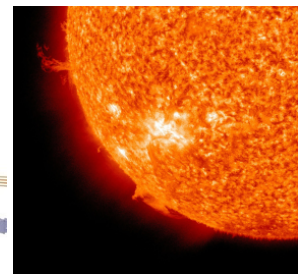
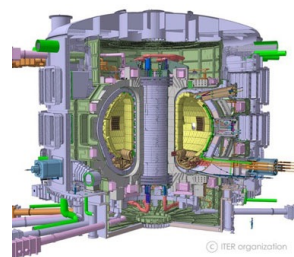
流れと電磁場がつくる複雑なダイナミクスの理解

プラズマは電離した気体です。自然界では、太陽の表面など様々な場所に存在します。実験室では、核融合発電の開発や半導体の加工をはじめとして広く用いられています。

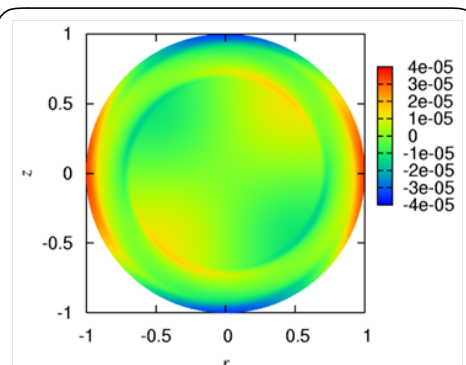
プラズマを構成する荷電粒子は電磁場から力を受けて運動します。それら荷電粒子の集団は、流れと電磁場が相互作用する流体として扱うことができます。

プラズマ中で力がバランスした状態や波の振る舞い、プラズマ中へ電磁場が浸透するときの様子などを理論解析とシミュレーションにより研究しています。

方法論の研究にも力を入れています。例えば、微分方程式の中で最も微分階数が高い項に微小な係数が掛かっている特異摂動問題の解法には工夫が必要です。また、方程式がもつ数学的構造、例えばハミルトン構造をコンピュータの世界でも保持し、性質の良いシミュレーションを実現するための先進的な方法も研究しています。



ハミルトン力学系の理論を応用し、エネルギー最小状態として求めたプラズマの力のバランス状態（2次元）。左が流れのパターン、右が磁場のパターン。

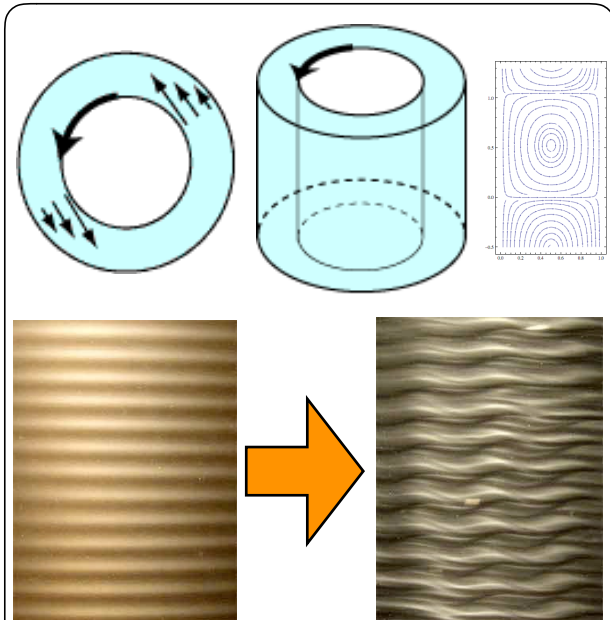


外部から与えた磁場が、流れをもつプラズマ中に浸透する様子をシミュレーションした結果。

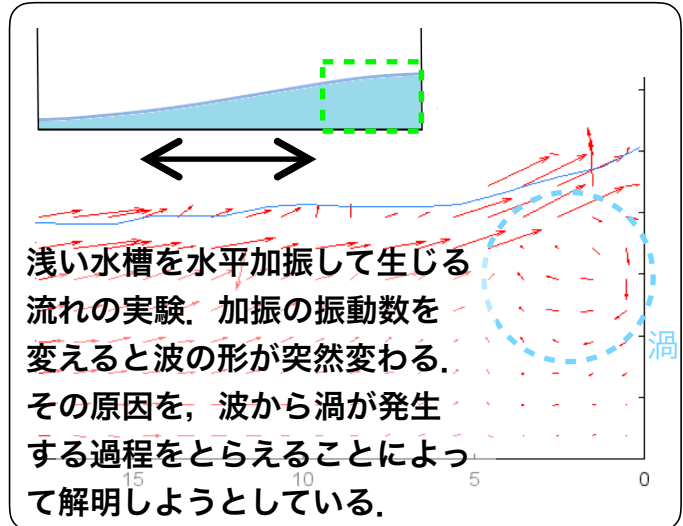
裏へ続く

流れの時空パターンを決めるダイナミクスの理解

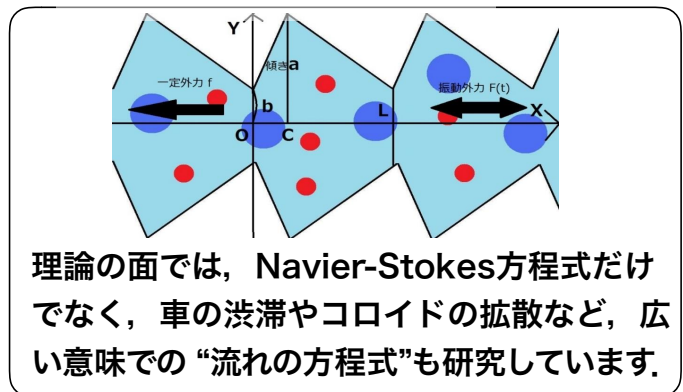
空気や水などの流体の運動がNavier-Stokes方程式で記述されること、またいくつかの条件を課して単純化した場合には方程式が解けることを講義で習っていると思いますが、実際の流体の流れを観察すると、時間変化する流れや空間的に波打つ流れ、乱流と層流の入り混じった流れなど、条件によって多種多様な流れがあることが分かります。私たちは、このような流れのダイナミクスについて数理物理的に研究しています。



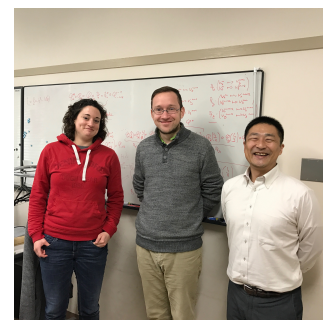
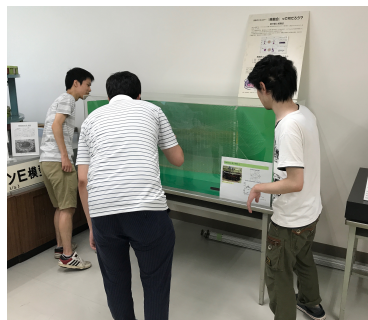
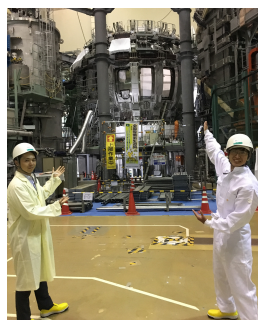
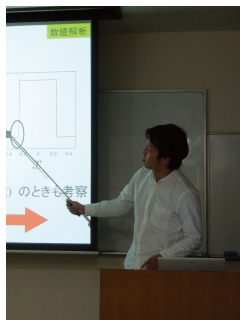
二重円筒間の流れ（Taylor-Couette流れ）のパターン分岐の実験。内側の円筒の回転を速くするにつれて「対称性の自発的な破れ」が生じ、流れの形そのものが変化していく。Reynolds数を目で見えて実感できる流れの一例である。



浅い水槽を水平加振して生じる流れの実験。加振の振動数を変えると波の形が突然変わる。その原因を、波から渦が発生する過程をとらえることによって解明しようとしている。



理論の面では、Navier-Stokes方程式だけでなく、車の渋滞やコロイドの拡散など、広い意味での“流れの方程式”も研究しています。



問い合わせ先

古川勝 教授 furukawa @tottori-u.ac.jp
 加藤由紀 助教 ykato @tottori-u.ac.jp
 大信田丈志 助教 ooshida @tottori-u.ac.jp
 学生 (M2: 3名, M1: 3名, B4: 11名, B3: 7名)

F(応数)棟2203室
 F(応数)棟2206-2室
 F(応数)棟2206-1室
 F(応数)棟2207室

<http://www.damp.tottori-u.ac.jp/~lab8/>