

「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

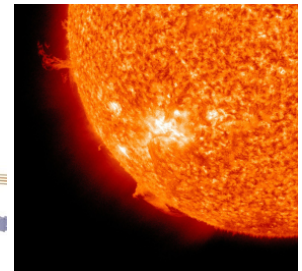
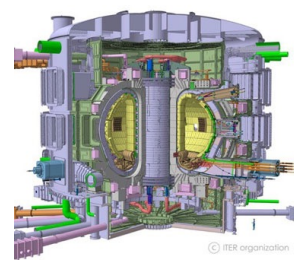
Mathematical Engineering of Complex Systems Lab.

自然界では、混沌とした状態から秩序だった構造が自発的に生じたり、逆に構造が段階的に変化し最終的には混沌とした状態へと遷移するなど、実に複雑な現象が観察されます。数理工学は、ものづくりの現場で遭遇する複雑現象に潜む本質を表す数学モデルを作り、しばしば解法自体も作りながら問題を解いて現象の「根っこ」を明らかにし、ものづくりにフィードバックする学問です。例えばプラズマのダイナミクス研究は核融合エネルギー開発に貢献しています。

核融合エネルギー開発 & プラズマ複雑現象の数理・物理研究

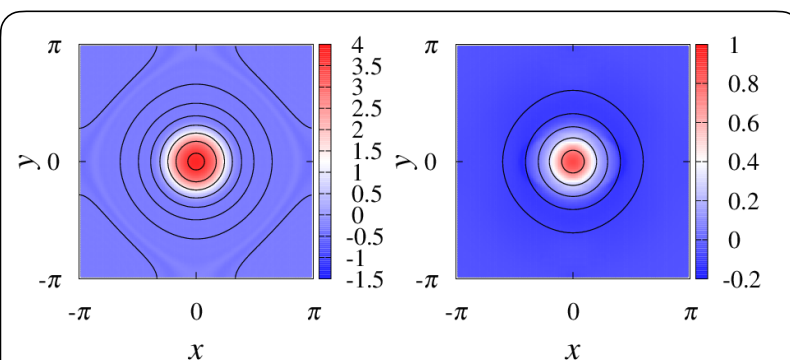
プラズマは電離した気体です。自然界には太陽など遍く存在します。実験室では核融合発電の開発や半導体の加工などに用いられています。

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、また荷電粒子の運動は電磁場を作ります。この物質と場の相互作用が多様な複雑現象を引き起こします。

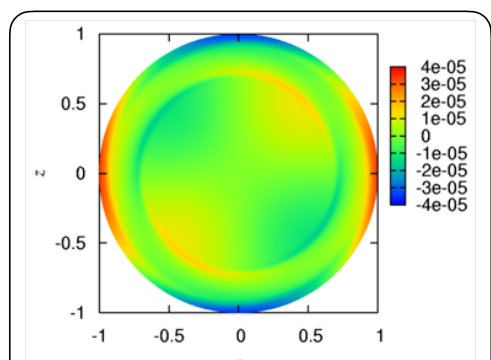


工学研究として最も力をいれているのは、核融合エネルギー開発のための原型炉設計です。理論解析に加え、スパコンによるシミュレーションも駆使した研究です。国立研究所との共同研究として進めており、当研究室の院生も精力的に参画しています。

また、プラズマの運動を支配する方程式がもつ数学的構造、例えばハミルトン構造に着目した数理・物理研究も行っています。方程式がもつ構造をコンピュータの世界でも保持することにより高性能を実現する、先進的なシミュレーション法も研究しています。



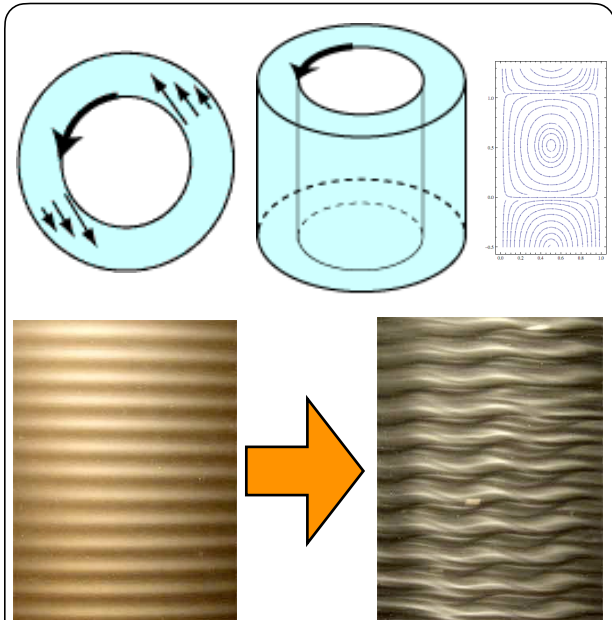
ハミルトン力学系の理論を応用し、エネルギー最小状態として求めたプラズマの力のバランス状態（2次元）。左が流れのパターン、右が磁場のパターン。



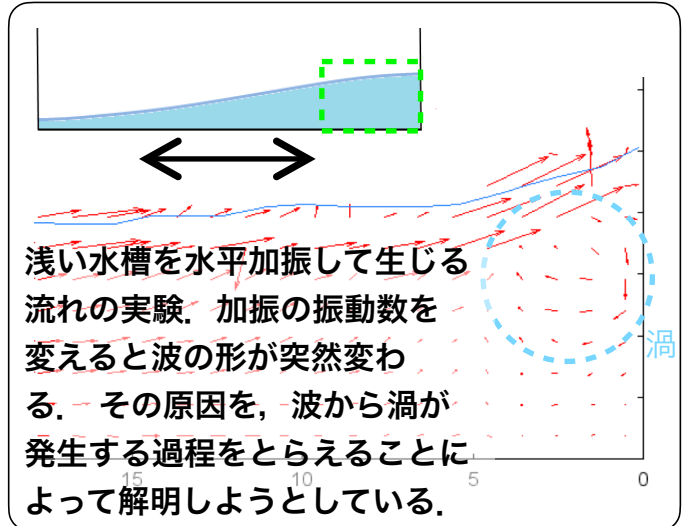
外部から与えた磁場が、流れをもつプラズマ中に浸透する様子をシミュレーションした結果。

流れの時空パターンを決めるダイナミクスの理解

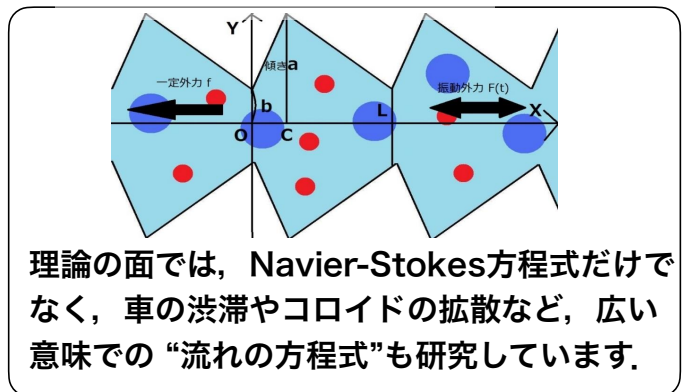
空気や水などの流体の運動がNavier-Stokes方程式で記述されること、またいくつかの条件を課して単純化した場合には方程式が解けることが流体力学の教科書に書いてありますが、実際の流体の流れを観察すると、時間変化する流れや空間的に波打つ流れ、乱流と層流の入り混じった流れなど、条件によって多種多様な流れがあることが分かります。私たちは、このような流れのダイナミクスについて数理物理的に研究しています。



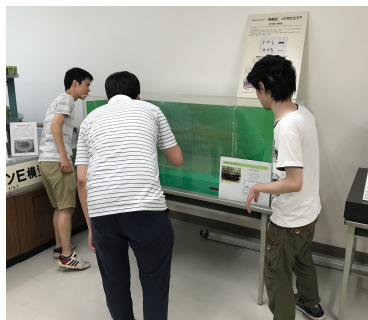
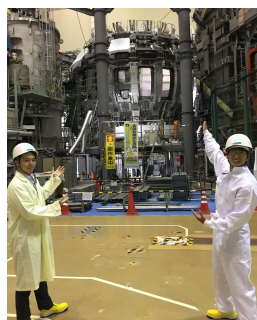
二重円筒間の流れ（Taylor-Couette流れ）のパターン分岐の実験。内側の円筒の回転を速くするにつれて「対称性の自発的な破れ」が生じ、流れの形そのものが変化していく。Reynolds数を目で見えて実感できる流れの一例である。



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 (D1: 1名, M2: 1名, M1: 3名, B4: 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/>

