

計算流体物理研究分野

東北大学流体科学研究所
服部・廣田研究室

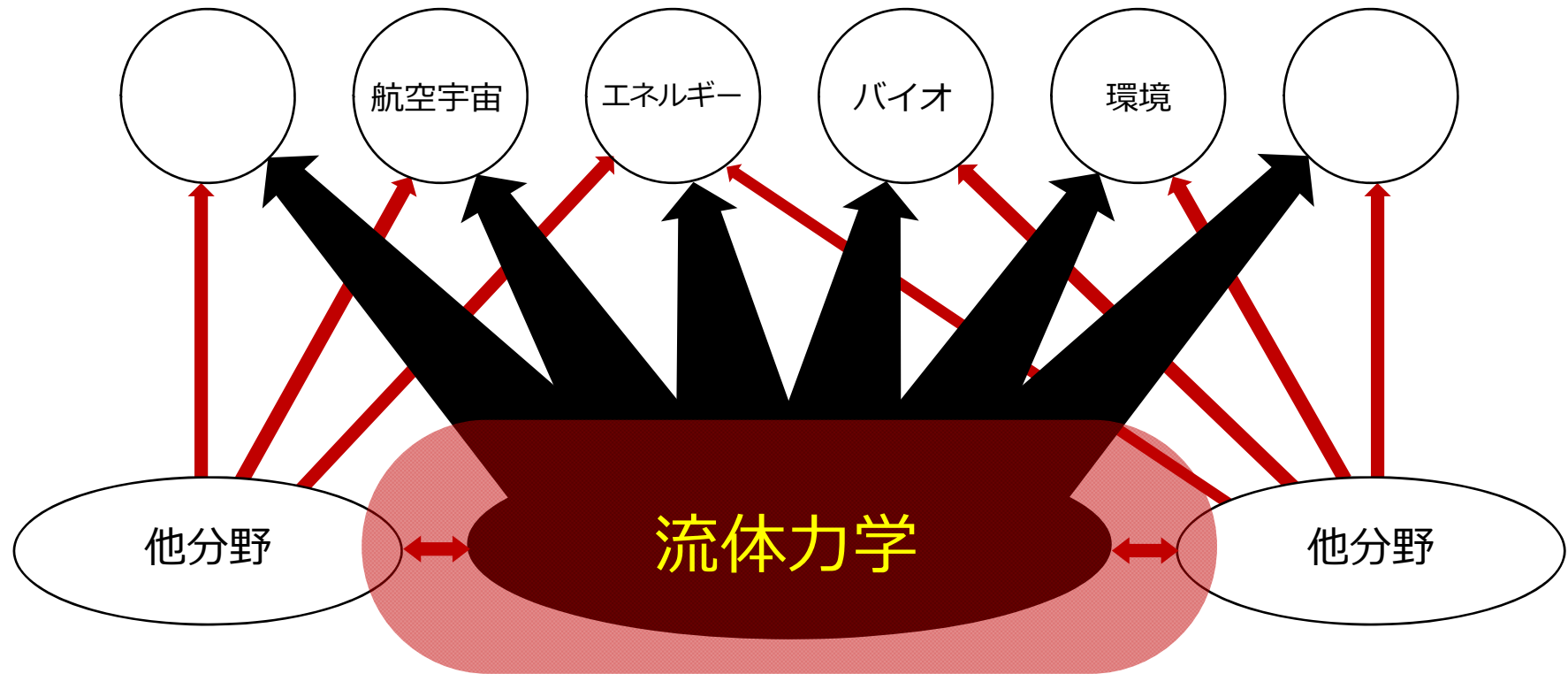
コース：航空宇宙
分野：熱と流れ
大学院：情報科学研究科
応用情報科学専攻



研究室のめざすもの

流体力学の基礎研究

普遍的な法則の発見 / 現象の解明 / 手法の開発



3個のカテゴリー

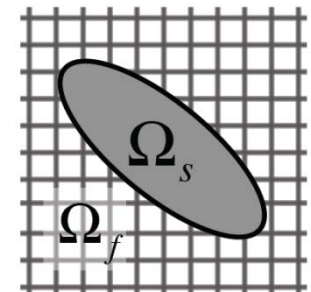
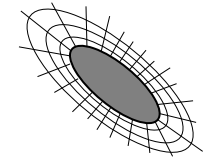
カテゴリー1

流れの高精度・大規模数値シミュレーション

複雑な流動現象を高い精度で解明

新しい数値解法の開発

スーパーコンピュータによる大規模シミュレーション



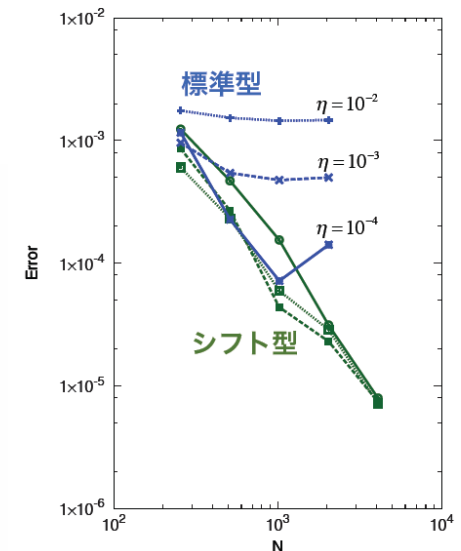
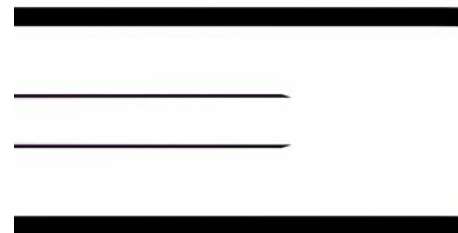
◎ VP法 (Volume Penalization 法)

埋め込み境界法の一つ

物体を浸透率が小さい多孔質媒体と近似

高精度実現のための基礎研究

複雑幾何流れへの応用



埋め込み境界法による空力騒音の直接数値解法の開発

空力騒音： 音圧 \ll 大気圧 \rightarrow 高い精度が必要

複雑形状・運動/変形する物体を含む流れの空力騒音： 困難

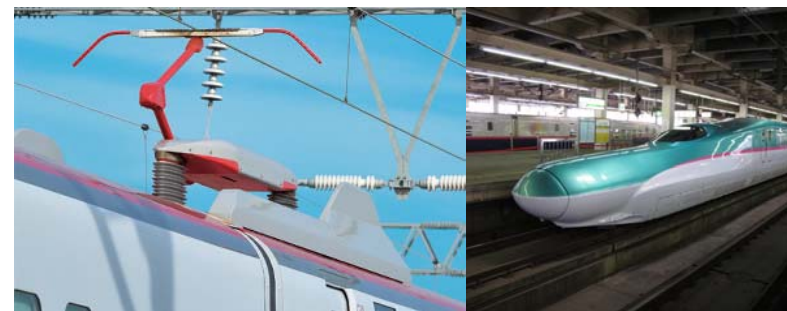
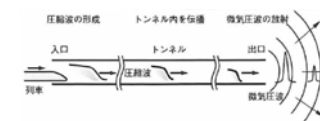
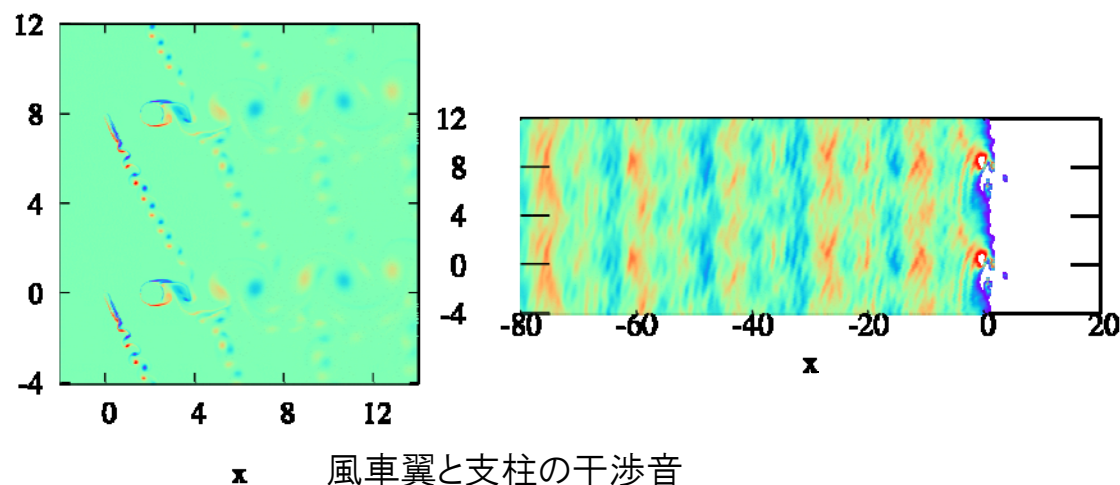
\leftarrow 埋め込み境界法の圧縮性流れへの応用により克服

基礎研究で高い精度を実証

応用研究への展開：柔毛材/多孔質素材による空力音低減

風車翼と支柱の干渉音の発生メカニズム解明 (翼列と固定円柱の2次元モデル)

トンネル微気圧波の直接数値シミュレーション研究



カテゴリー2

乱流

流れの数値シミュレーション： 乱流のモデリングの必要性

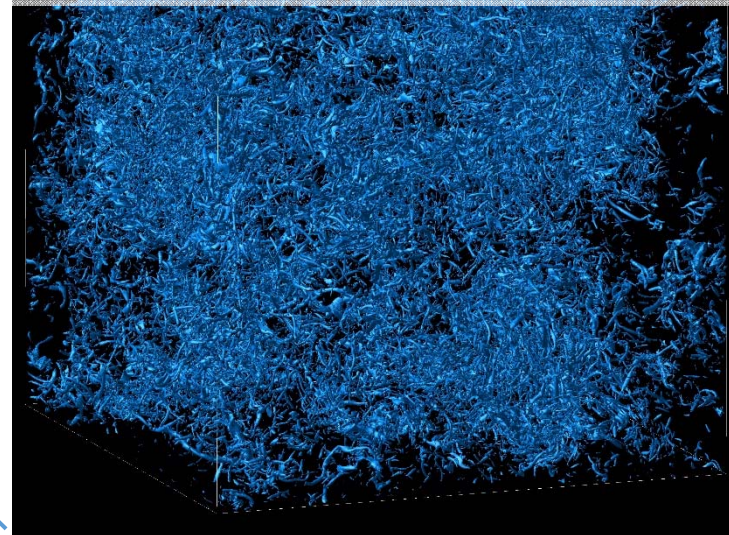
乱流の統計的性質： 古典物理学の未解決問題

弱い圧縮性乱流の統計的性質

Re~5,000

非圧縮性乱流中の渦構造の動的解析

統計的機械学習による新しい乱流モデルの開発



カテゴリー2

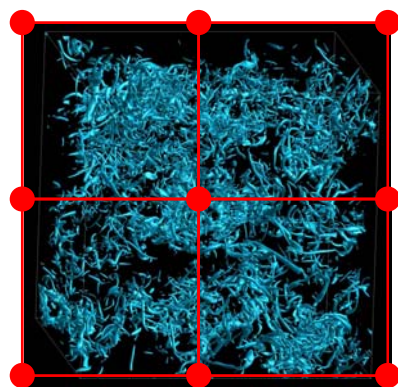
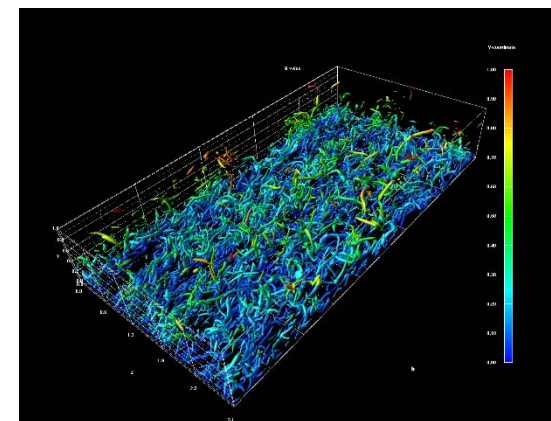
Gamahara, Hattori (2017)

統計的機械学習による新しい乱流モデルの開発

Development of a New Turbulence Model by Machine Learning

現在の乱流モデルの限界を超える

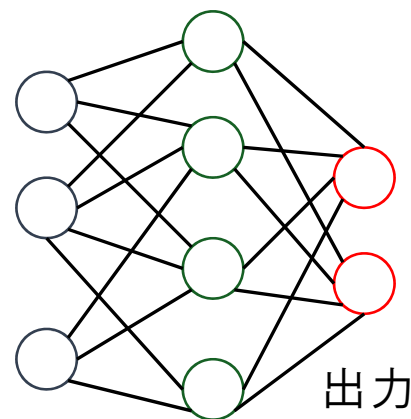
統計的機械学習 ⇒ **本質的に新しいモデル**



格子幅以下の現象

格子点上の物理量

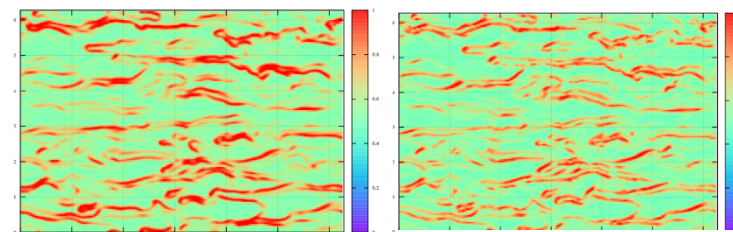
ニューラルネットワーク



入力

出力

SGS応力(τ_{11}) 空間分布 $y=0.1$



DNS

ニューラル
ネットワーク

↑ ↓ モデリング

大規模直接シミュレーション
によるトレーニング・モデル推定

高精度予測
新しいモデル・統計法則

カテゴリー3

渦 / 流れの安定性・数理流体力学

非圧縮性流体力学 \equiv 渦のダイナミクス

安定性：流れの基本的性質 / 制御への応用

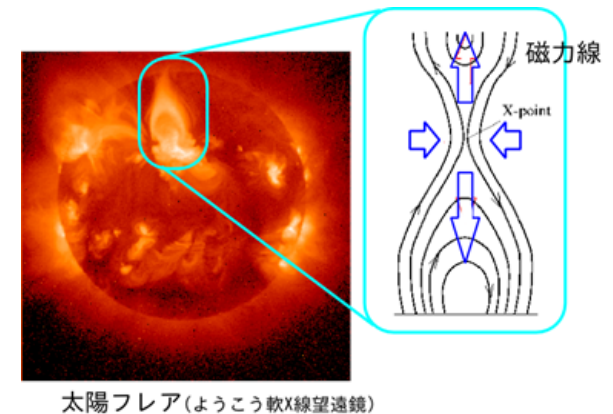
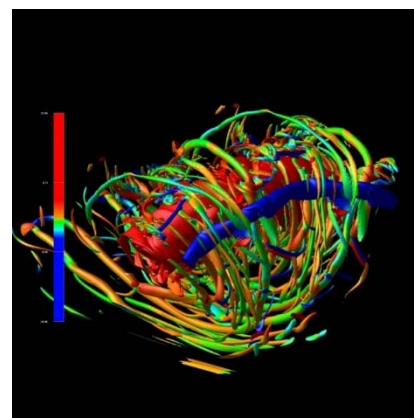
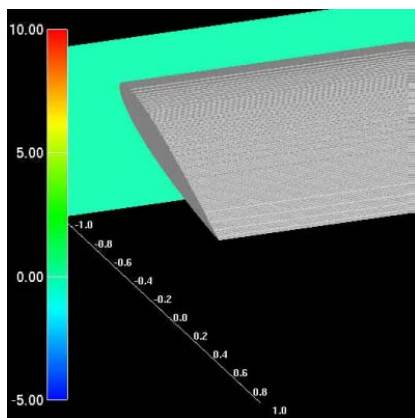
翼端渦の形成過程と構造の数値シミュレーション研究

翼端渦の安定性に対する圧縮性・軸流の効果

回転成層流体中の渦の複合的不安定性

渦輪の不安定化過程の数値シミュレーション研究

爆発的な磁気リコネクションの数値シミュレーション



カテゴリー3

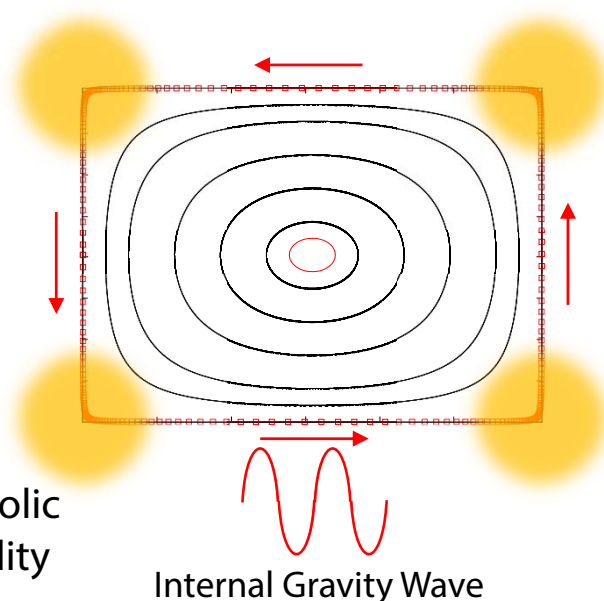
双曲型よどみ点をもつ密度成層流の新しい不安定性の発見

地球・宇宙規模の流体现象： **回転**・**成層**効果が重要
安定性に対する回転・成層効果

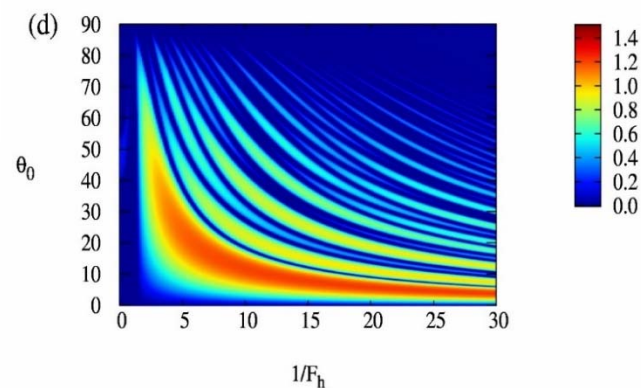
双曲型不安定性 + 成層効果 \Rightarrow **新しい複合的不安定性**
非線形成長を数値シミュレーションにより研究



Hyperbolic
Instability



Internal Gravity Wave



研究室でもっとも大切にしたいこと

知的に おもしろいことを 追求する

研究室情報

<http://eagle.ifs.tohoku.ac.jp/>

◎メンバー (2018年4月)

教授： 服部 裕司

助教： 廣田 真

事務補佐員： 1名

技術補佐員： 1名

大学院生： 5名 (M2：2名, M1：3名)

学部生 (B4)： 2名



© 2017 Hattori/Hirota Laboratory

