



私が修士課程在学中の頃から力を入れて取り組んでいるのは、磁気流体方程式（MHD方程式とも呼ばれる）やHall効果を伴うプラズマ流の数学解析であり、その特徴として、偏微分方程式を代表する放物性・双曲性・分散性など様々な性質が混合した形で方程式の解に影響を及ぼすことが、これまでの研究で明らかになりました。プラズマ流体の研究は太陽フレア発生のメカニズムの解明や核融合炉の制御など応用が広く、これらのある種特異な物理現象を数式を用いて厳密に解明したいという興味のもと、日夜研究に取り組んでいます。



助教 中里 亮介

東北大学大学院理学研究科で学位(理学)を取得した後、東北大学や早稲田大学の研究員を経て、2023年より現職。専門分野は偏微分方程式論であり、ミレニアム問題として著名なNavier-Stokes方程式やMHD方程式の数学解析に取り組んでいる。

## >> 研究から広がる未来

私が研究しているMHD近似やHall-MHD方程式の安定性解析は、核融合炉制御シミュレーションのモデルとして、プラズマ流体モデルは妥当であるかという問いへの回答を与える為、これからの核融合研究の発展に大きく寄与すると考えています。

研究集会「信州大学偏微分方程式研究集会」  
(2024年6月、信州大学)での研究発表の様子

## >> 私の学問へのきっかけ

子供の頃からコツコツ積み上げる系の作業やTVゲームが好きでした。数学科に入学してからの講義でやった、命題や定理の証明を積み重ねるという学習が、まるでRPGのレベル上げみたいに思えてのめり込むことができました。また自分で問題が解ける度により難しい問題に挑戦したいと思い、それが研究職を志すきっかけになったと思います。

## >> 卒業後の未来像

信州大学工学部で数学を学ぶメリットとしては、工学・物理への応用を意識した、実用的な数学を学ぶことであると考えています。卒業後はここで学んだ数学を活かし、企業や研究機関などで活躍できる人材の育成を目指しています。

研究集会「The 9th Japan-China Workshop on Mathematical Topics from Fluid Mechanics」  
(2025年10月、成都 (Chengdu)) にて

|      |            |        |         |        |
|------|------------|--------|---------|--------|
| 応用化学 | 環境・エネルギー材料 | 水環境・土木 | 電気電子    | 機械物理   |
|      | 知能機械       | 建築学    | 情報サイエンス | 情報デザイン |

## 研究キーワード

## Navier-Stokes方程式・Hall-MHD方程式・量子流体

## 研究シーズ

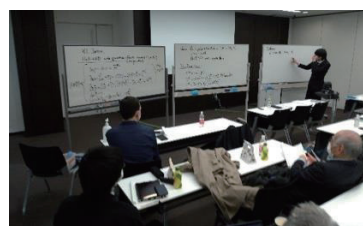
- Hall効果や伴う量子修正MHD方程式の解の安定性・不安定性
- 低正則関数空間におけるMHD近似の数学的正当化
- 全領域における圧縮性粘性流体(圧縮性Navier-Stokes方程式)や気体液体相転移モデル(圧縮性Navier-Stokes-Korteweg方程式)の定常状態周りで解の漸近安定性、長時間漸近挙動
- Vlasov-Maxwell-Boltzmann方程式の安定性解析と電磁流体近似の数学的正当化
- 半空間における圧縮性粘性流体方程式の解の長時間漸近挙動

## 共同研究・外部資金獲得実績

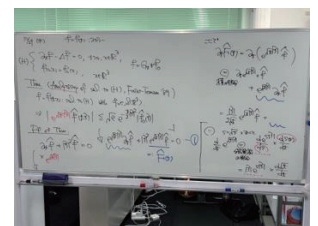
- 日本学術振興会 令和7年度 基盤研究(A) (分担)  
臨界型非線型偏微分方程式の非線型境界条件における臨界性の発見 2025年-継続中
- 日本学術振興会 令和4年度 若手研究 (代表)  
ホール効果を伴うプラズマ流体の数学解析  
2022年4月1日-継続中
- 日本学術振興会 特別研究員-DC2 (代表)  
磁気流体方程式系の解の適切性と爆発判定条件について  
2019年4月1日-2021年3月31日

## 最近の研究トピックス

- これまでは、プラズマを巨視的に流体としてみてその挙動を調べるという観点から研究を進めてきましたが、最近ではVlasov-Maxwell-Boltzmann方程式の安定性解析にも取り組んでおり、微視的な視点からもプラズマの研究を進めています。
- 博士課程在学中は、低正則関数空間上でのHall-MHD方程式の解の安定性解析に取り組んでいましたが、最近ではそれに量子修正を施した方程式の解析にも取り組んでいます。その数学解析をする上で必要な、新しい調和解析の手法の開発にも取り組んでいます。
- これまではプラズマ流体モデルの安定性解析に力を入れて取り組んでいましたが、これからは不安定性解析の方にも力を入れていきたいと考えています。まだ数学の論文は少ないですが、磁場の抵抗がないnon-resistiveモデルやHall-MHD方程式が不安定となる定常状態の特定を目指して、研究に取り組んでいきたいと考えています。



研究集会「International Workshop on Multiphase Flows: Analysis, Modelling and Numerics」(2022年12月、早稲田大学)にて



4年生セミナーでの板書画像

# Engineering Core

## The Mathematical Analysis for Fluids and Plasmas



The mathematical model of magnetohydrodynamics is used to describe the motion of electrically conducting fluids in the presence of a magnetic field and has a very wide range of applications in astrophysics, plasmas, thermonuclear fusions, metallurgy semiconductor crystal growth and related fluids. I have been studying the mathematical analysis on the stability and instability for solutions to the magnetohydrodynamic system with Hall effects in order to apply to the control of the nuclear fusion reactor.



**Assistant Professor**

**Ryosuke Nakasato**

Doctor of Philosophy  
(Science), Tohoku University,  
March 25, 2021  
[Research fields]  
Navier-Stokes equations,  
Hall-MHD equations,  
Compressible viscous fluids,  
Asymptotic stability.

### >> Beginnings of my path to academia

I have been highly interested in studies on the analysis, for instance, Real analysis (Lebesgue integrals, singular integrals, etc.) and the Harmonic analysis (in other words, Fourier analysis), since I was a graduate student. These studies are effective to investigate the quantitative estimate for the solutions to nonlinear partial differential equations. It looked very fascinating and I strongly thought that I devote the development of theory on PDE to my life as a researcher.

### >> In the Future

My study on the mathematical analysis for the MHD approx. and asymptotic stability of the Hall-MHD system is closely related to the developments in fusion reactor research. I would like to continue to study the stability for the fluids and plasmas in order to contribute such development.

### >> After Graduation

We believe that one of the advantages of studying mathematics at Shinshu University is the ability to learn practical math. with an awareness of its application to engineering and physics. Graduates will be highly skilled to work in companies and research institutions.



My presentation regarding to the large time behavior of solutions to the Navier-Stokes equations in scaling critical spaces (2024, June 14-15, Shinshu University).



Invited workshop concerning the recent topics on the mathematical fluid mechanics (2025, October 5-9, Chengdu).

Applied Chemistry

Energy and Environmental Materials

Water Environment and Civil Engineering

Electrical and Electronics Engineering

Mechanical Engineering and Physics

Intelligent Mechanical Engineering

Architecture

Computer Science and Mathematical Informatics

Intelligent Science and System Design Technology