

数物系科学コース在籍期間 2021 年 4 月～2023 年 3 月

博士学位受領大学	取得学位名	区分(課程・論文)	受領年月日
早稲田大学	博士 (理学)	課程	2023 年 3 月 15 日

2021 年 4 月進入

数学応用数理専攻 武内 太貴

I. 論文

01. T. Takeuchi, "The Keller-Segel system of parabolic-parabolic type in homogeneous Besov spaces framework", J. Differential Equations **298** (2021), 609—640.
02. T. Takeuchi, "Maximal Lorentz regularity for the Keller-Segel system of parabolic-elliptic type", J. Evol. Equ. **21** (2021), no. 4, 4619—4640.
03. T. Takeuchi, "Space-time analytic smoothing effect of the heat semigroup defined on homogeneous Besov spaces", Partial Differential Equations in Applied Mathematics **4** (2021), 100174.
04. T. Takeuchi, "Various regularity estimates for the Keller-Segel-Navier-Stokes system in Besov spaces", J. Differential Equations **343** (2023), 606—658.

II. 受賞歴

2020 年度 小野梓記念賞 (学術賞)

III. 研究発表

01. 武内太貴, "The Keller-Segel system of parabolic-parabolic type in homogeneous Besov spaces framework", 非線形 PDE 若手ワークショップ, オンライン (Zoom), 2021 年 3 月 6 日.
02. 武内太貴, "On the Keller-Segel system of parabolic-parabolic type with initial data in homogeneous Besov spaces", 第 42 回発展方程式若手セミナー, オンライン (Zoom), 2021 年 8 月 31 日.
03. 武内太貴, "On the Keller-Segel system of parabolic-parabolic type in homogeneous Besov spaces framework", 日本数学会 2021 年度秋季総合分科会, オンライン (Zoom), 2021 年 9 月 15 日.
04. T. Takeuchi, "On the maximal Lorentz regularity theorem for the Keller-Segel system of parabolic-parabolic type", International Workshop on Multi-Phase Flows: Analysis, Modelling and Numerics, online (Zoom), Dec. 3, 2021.
05. T. Takeuchi, "Inviscid limit problem for the Keller-Segel-Navier-Stokes system of parabolic-elliptic type", Young Researchers' Forum on Mathematical Fluid Mechanics, online (Zoom), Jun. 21, 2022.
06. 武内太貴, "On the inviscid limits for the Keller-Segel-Navier-Stokes system of parabolic-elliptic type", 東北大学 OS 特別セミナー, 東北大学, 2022 年 6 月 24 日.
07. T. Takeuchi, "Vanishing viscosity limit of solutions of the Keller-Segel-Navier-Stokes system", International Workshop on "Fundamental Problems in Mathematical and Theoretical Physics", Waseda University, Jul. 26, 2022.
08. 武内太貴, "On the vanishing viscosity method for the Keller-Segel-Navier-Stokes system", 第 43 回発展方程式若手セミナー, オンライン (Zoom), 2022 年 9 月 7 日.
09. 武内太貴, "On the local well-posedness and inviscid limits for the Keller-Segel-Navier-Stokes system", 日本数学会 2022 年度秋季総合分科会, 北海道大学, 2022 年 9 月 16 日.
10. 武内太貴, "Inviscid limits of solutions to the Keller-Segel-Navier-Stokes system", 黒木場正城教授追悼研究集会「非線型偏微分方程式と走化性」, 北九州国際会議場, 2022 年 12 月 1 日.

11. T. Takeuchi, "Inviscid limits for the Keller-Segel-Navier-Stokes system of parabolic-elliptic type", International Workshop on Multi-Phase Flows: Analysis, Modelling and Numerics, Waseda University, Dec. 6, 2022.
12. 武内太貴, "On the inviscid limit problem for the Keller-Segel-Navier-Stokes system", 若手による流体力学の基礎方程式の研究集会, 名古屋大学, 2023 年 1 月 6 日.
13. T. Takeuchi, "Vanishing viscosity method for the Keller-Segel-Navier-Stokes system", the 6th International Workshop on the Mathematical Analysis of Chemotaxis, Leibniz University Hannover, Feb. 13, 2023.

IV. 2022 年度の研究概要

全空間の熱半群の平滑化効果について考察した自身の論文に関して、早稲田大学の小澤徹先生と共同研究しさらなる結果の改良を行った。より詳細には、全空間斉次 Besov 空間上の熱半群の減衰評価を改良し、その評価に現れる定数の具体的な表示を与えた。さらに、自身の論文で既に与えていた Taylor 展開の収束半径を改良した。

Chemin-Lerner 型の関数空間に対して、時間方向を Lebesgue 空間から Lorentz 空間に一般化した関数空間を導入し、その基本的な性質を与えた。特にこれらの関数空間は、Besov 空間に値を持つ時間方向に Lebesgue 空間の関数空間の実補間空間によって特徴付けられることを示した。さらに全空間斉次 Besov 空間上の熱半群は、この新しい関数空間に属するという正則性効果を持つことを示した。

藤田型方程式について、その解の持つ正則性効果を考察した。非線形項がべき乗型で与えられる場合、その時間または空間の微分を考えると非線形項が原点に特異性を持つ場合がある。この性質に着目し、初期値が符号変化する場合には対応する藤田型方程式の解が無限回微分可能とは限らないということを予想した。この内容については現在研究中である。

有界領域における Keller-Segel-Navier-Stokes 方程式系において、一部の境界条件が未知関数の積で与えられるような場合を考察した。この問題に対し、初期値や外力などの適切な正則性やノルムの小ささを仮定することで、最大正則性理論に基づいた時間大域解を構成した。さらに、外力などの正則性の条件をより強めることで、対応する時間大域解の正則性も改良され、特に適切な外力などの条件のもとでは解が時空間に対して実解析的となることを予想した。この内容については現在早稲田大学の渡邊圭市氏と共同研究中である。

V. 総括 (2021 年 4 月～2023 年 3 月)

本コース在籍中において、熱方程式の基礎理論について、また放物型非線形問題の解の一意存在とその正則性理論について研究してきました。指導教員の小園英雄先生ならびに周辺分野の先輩方からの研究方針とその手法の示唆を頂くことで、在籍中にいくつかの研究成果を残すことができました。

本コースでは柴田良弘先生ご担当の流体数学特別講義を受講し、最新の最大正則性理論に基づく Navier-Stokes 方程式の外部領域問題ならびに自由境界問題について多くの手法を学びました。また小澤徹先生ご担当の基礎講義では分散及び波動方程式系に関する古典的な手法の知見を得ることができ、さらに量子物理学特別講義では国際研究集会にて講演をするという貴重な経験をさせて頂きました。今現在でも小澤先生とは共同研究をさせて頂いており、このような機会に恵まれたことを大変嬉しく思っております。また 2022 年 12 月には、柴田先生の古希をお祝いする研究集会にて講演をさせて頂きました。流体数学における多くの巨匠を前に、自身の研究について発表させて頂けたことを大変光栄に思います。

さらに、2023 年 2 月にはドイツの Hannover 大学にて走化性方程式系の研究集会で講演する機会を頂きました。これを機に小園先生より、2023 年 1 月末から 3 月中旬までの約 1 か月半、ドイツの Paderborn 大学に滞在してはどうかとご提案を頂きました。そして本コースのご支援の下、走化性方程式系の大家である Michael Winkler 教授とその周辺の若手研究者にお会いすることができ、共同研究の機会に恵まれました。本渡航に際しては、柴田先生の秘書である石崎由香利様に大変お世話になりました。この場を借りて厚くお礼申し上げます。

最後になりますが、本コースに在籍することで多くの国際的な研究活動の機会を頂くことができました。このような国際経験を得られたことにつきまして、本コース拠点長の滝沢研二先生、そして前任の柴田良弘先生に改めて感謝申し上げます。