

## 2017-2018 研究内容

放物型方程式系の初期値・境界値問題の最大正則性原理を対応する一般化レゾルベント問題の  $R$  有界な解作用素を構成することにより示す方法論を確立した。この理論は 21 世紀初頭に確立された無限次元空間に値をとる関数に関する調和解析の理論を基盤とするこれまでにない新しい方法である。放物型方程式系の初期値・境界値問題の最大正則性原理はこれまで斉次境界条件を持つ場合は半群の理論を基盤とした方法が確立していたが、非斉次境界条件の場合は扱うことが出来なかった。 $R$  有界な解作用素を用いる方法により非斉次境界条件の場合が扱え、その応用として準線形放物型方程式系の時間局所解の一意存在理論を時間  $L_p$  空間  $L_q$  の異なる指数をもつ関数空間で構築することが出来るようになった。この結果 Navier-Stokes 方程式の自由境界値問題の一意可解性理論を飛躍的に発展させた。また粘弾性体モデル、液晶に関する  $Q$ -tensor モデルなどの放物型方程式系に対しても時間  $L_p$  空間  $L_q$  なる最大正則性空間での一意可解性理論の構築も行った。

## 2019 年度研究方針

- 1)  $R$  有界な解作用素は非斉次境界条件付き放物型方程式系の周期解の高周波部分の最大正則性原理に応用することができることが判明したので、この詳しい理論を構築し、これを応用して準線形放物型方程式系の周期解の存在を示す。これはドイツ国の Mads Kyed 氏, Thomas Eiter 氏との共同研究となる。
- 2) 重力などの外力による液滴落下問題の数学解析を行う。これもドイツ国の Mads Kyed 氏, Thomas Eiter 氏との共同研究となる。
- 3) MHD 方程式系に対する 2 相問題の時間局所解および時間大域解の一意存在の研究を行う。
- 4) 圧縮性粘性流体、圧縮・非圧縮粘性流体の 2 相問題を表面張力がある場合とない場合に分けて研究する。

## 発表論文リスト (2017-2018)

[1] Robert Denk and Yoshihiro Shibata,

Generation of semigroups for the thermoelastic plate equation with free boundary condition,

Evolution Equation and Control Theory (EECT)

8 巻(2) (2019), 301--313. doi:10.3934/eect2019016

[2] Maria Schonbeck and Yoshihiro Shibata,

Global well-posedness and decay for a  $Q$  tensor model of Incompressible Nematic Liquid Crystals in  $R^N$ ,

J. Differential Equations 266 巻 (2019) 3034--3065

[3] Yoshihiro Shibata

Global well-posedness of unsteady motion of viscous incompressible capillary liquid bounded by a free surface}, *Evolution Equations and Control Theory*, 7 卷 (1) (2018) 117--152, doi:10.3934/eect.2018007

[4] Yoshihiro Shibata,

On the  $L_p$ - $L_q$  decay estimate for the Stokes equations with free boundary conditions in an exterior domain}, *Asymptotic Analysis* 107 卷 (1-2) (2018), 33--72, DOI: 10.3233/ASY-171449

[5] Yoshihiro Shibata,

On the local wellposedness of free boundary problem for the Navier-Stokes equations in an exterior domain,

*Communication on Pure and Applied Analysis* 17 卷 (4) July (2018), 1681--1721, DOI: 10.3934/cpaa.2018081

[9] Yoshihiro Shibata and Suma'Inna,

On the maximal  $L_p$ - $L_q$  theory arising in the study of a free boundary problem for the Navier-Stokes equations}, *eBooks MedCrave Group LLC*, Sept. 17, 2018

[https://medcraveebooks.com/ebooks/view¥\\_eBook/76](https://medcraveebooks.com/ebooks/view¥_eBook/76)

[6] Maria Schonbeck and Yoshihiro Shibata,

On a global well-posedness of strong dynamics of incompressible nematic liquid crystals in  $\mathbb{R}^N$ ,

*J. Evol. Equ.* 17 卷(1) (2017), 537--550. doi:10.1007/s00028-016-0358-y

[7] Yoshihiro Shibata,

Global wellposedness of a free boundary problem for the Navier-Stokes equations in an exterior domain,

*Fluid Mech Res Int*, 1 卷 (2) (2017),

DOI:10.15406/fimrij.2017.01.00008

[8] Yuko Enomoto and Yoshihiro Shibata,

Global Existence of Classical Solutions and Optimal Decay Rate Via the Theory of Semigroup,

Y. Giga and A. Novotny (eds.) *Handbook of Mathematical Analysis in Mechanics of Viscous Fluids*, Springer International

Pub. AG 2017. DOI \$10.1007/978-3-319-10151-4¥\_42-1\$

[10] Robert Denk and Yoshihiro Shibata,

Maximal regularity for the thermoelastic plate equations with free boundary conditions,

*J. Evol. Equ.* 17 卷(1) (2017), 215-261.

doi:10.1007/s00028-016-0367-x

[11] Maria Schonbeck and Yoshihiro Shibata,

On a global well-posedness of strong dynamics of incompressible nematic liquid crystals  $\mathbb{R}^N$

J. Evol. Equ. 17 卷(1) (2017), 537--550.

doi:10.1007/s00028-016-0358-y

研究発表(2017-2018)

1. 講演題目：全空間での Navier-Stokes 方程式に対する 2 相問題の時間大域解について

日時 2019 年 3 月 20 日

会議名 日本数学会

場所 東京工業大学

2. 講演題目：表面張力付き 2 相問題に対応するストークス半群の減衰度について

日時 2019 年 3 月 20 日

会議名 日本数学会

場所 東京工業大学

3. 講演題目 R boundedness, maximal regularity and one phase problem for the Navier-Stokes equations.

日時 2019 年 3 月 26 日 (火) ~29 日 (金)

会議名 RIMS 共同研究 (公開型) Maximal regularity and nonlinear PDE

4. 講演題目 2 phase problem for the Navier-Stokes equations in the whole space

日時 2018 年 9 月 3 日—7 日

会議名 Mathflows 2018

場所 Porquerolles, France

5. 講演題目 2 phase problem for the Navier-Stokes equations in the whole space

日時 2018 年 7 月 30 日~8 月 3 日

会議名 PDEs and Mathematical Hydrodynamics in Honor of Vsevolod Alekseevich Solonnikov's 85'th Birthday

場所 Euler International Mathematical Institute, St. Petersburg, ロシア

6. 講演題目 On some free boundary problem for the Navier-Stokes equations

日時 2018 年 5 月 9 日—12 日

会議名 Workshop on Mathematical Fluid Dynamics in Bad Boll

場所 Bad Boll, Germany

7. 講演題目 Free boundary problem for incompressible viscous fluid flows with surface tension

日時 2018 年 3 月 15 日(木)~16 日 (金)

会議名 第 10 回名古屋微分方程式研究集会、

場所 名古屋大学多元数理科学棟 509 号室

8. 講演題目 Maximal regularity and free boundary problem for the Navier-Stokes equations  
日時 2018年1月9日—12日  
会議名 第15回日独流体数学国際研究集会  
場所 早稲田大学西早稲田キャンパス
9. 講演題目 On the Navier-Stokes-Korteweg equations  
日時 2017年11月28日—12月1日  
会議名 International Workshop on the Multi-Phase Flow; Analysis, Modelling and Numerics,  
場所 早稲田大学西早稲田キャンパス
10. 講演題目 Maximal  $L_p$ - $L_q$  regularity theorem for the linearized electro-magnetic field equations  
日時 2017年9月14日  
会議名 日本数学会  
場所 山形大学
11. 講演題目 Local well-posedness for the magnetohydrodynamics in the different two liquids case  
日時: 2017年9月14日  
会議名 日本数学会  
場所 山形大学
12. 講演題目 Local well-posedness for the two components flow  
日時: 2017年9月14日  
会議名 日本数学会  
場所 山形大学
13. 講演題目 Global well-posedness for the two components flow  
日時 2017年9月14日  
会議名 日本数学会  
場所 山形大学
14. 講演題目 Two phase problem for the Navier-Stokes equations  
日時 2017年7月5日—7日  
会議名 RIMS Workshop on Mathematical Analysis in Fluid and Gas Dynamics  
場所 RIMS, Kyoto University
15. 講演題目 Local and Global wellposedness of two component flow  
会議名 Analysis Day  
日時 2017年5月16日  
場所 TU Darmstadt
16. 講演題目 Global well-posedness for one phase and two phase problem for the Navier-Stokes equations in unbounded domains  
日時 2017年5月7日—13日  
会議名 Geophysical Fluid Dynamics,

場所 Mathematical Research Institute of Oberwolfach

17. 講演題目: On  $L_p$ - $L_q$  decay estimate for Stokes equations with free boundary condition in an exterior domain

日時 2017年3月27日

会議名 日本数学会

場所 首都大学東京,

18. 講演題目: Global well-posedness for the free boundary problem of the Navier-Stokes equations in an exterior domain

日時 2017年,3月27日

会議名 日本数学会

場所 首都大学東京

19. 講演題目 On  $L_p$ - $L_q$  decay estimate for Stokes equations with free boundary condition in an exterior domain

日時 2017年,3月27日

会議名 日本数学会

場所 首都大学東京

20. 講演題目: On some free boundary problem for the viscous fluid flow

日時: 2016年10月3日—7日

会議名: International workshop on “New trends in Partial Differential Equations

場所: Centro De Giorgi, Scuola Normale, Pisa, Italy

研究集会開催の開催

1. International Workshop on the Multi-Phase Flow; Analysis, Modelling and Numerics.

主宰者 柴田良弘(早稲田大学)

開催日 2017年11月28日—12月1日

場所早稲田大学西早稲田キャンパス 62号館W棟1階大会議室

2. RIMS 共同研究(公開型) 「非圧縮性粘性流体の数理解析」

主宰者 前川泰則(京都大学) 柴田良弘(早稲田大学)

開催日 2018年12月3日—5日

場所 京都大学数理解析研究所

3. International Workshop on the Multi-Phase Flow; Analysis, Modelling and Numerics.

主宰者 柴田良弘(早稲田大学)

開催日 2017年11月28日—12月1日

場所早稲田大学西早稲田キャンパス 55号館N棟1階第2会議室

4. RIMS 共同研究(公開型) 「非圧縮性粘性流体の数理解析」 主宰者 前川泰則(京都大学)

柴田良弘(早稲田大学)

開催日 2017年12月4日—6日

場所 京都大学数理解析研究所

その他

Adjunct faculty member in the Department of Mechanical Engineering and Materials Science,  
University of Pittsburgh

Associated Editor: Journal of Mathematical Fluid Mechanics,

獲得予算:

2016年度

基盤 S 24224004 総額 18,590,000 円 (直接経費 14,300,000 円、間接経費 4,290,000 円 )

国際化拠点整備事業補助金 (スーパーグローバルユニバーシティ (SGU)) 数物系科学拠点  
総額 35,172,000 円

2017年度

基盤 A 17H0109 総額 8,450,000 円 (直接経費: 6,500,000 円, 間接経費 1,950,000 円)

国際化拠点整備事業補助金 (スーパーグローバルユニバーシティ (SGU)) 数物系科学拠点  
総額 39,955,000 円