

令和 5 年 6 月 20 日現在

機関番号：13903

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K03364

研究課題名(和文) プラズマにまつわる諸現象の数学解析

研究課題名(英文) Mathematical analysis of plasma phenomena

研究代表者

鈴木 政尋 (Suzuki, Masahiro)

名古屋工業大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：30587895

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：人工的につくられるプラズマは幅広く利用されている。こうした用途では、放電を用いてプラズマを発生させ、そのプラズマが金属などに接触する周囲には境界層が現れる。放電および境界層の解析は、プラズマ物理学・工学では重要とされている。境界層の形成過程を解析するため、Euler-Poisson方程式の解は外部解と内部解の和によって近似できることを証明した。この内部解の挙動から形成過程が直ちに分かる。また、Morrowモデルを用いて放電発生の基礎過程を解析した。火花電圧を超えない電圧に対しては、自明定常解は安定となること、火花電圧を超える電圧に対しては、自明定常解が不安定性であることを証明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

プラズマ境界層が定常解に対応することは数学的に検証されていたが、境界層の発展過程は明らかにされていなかった。本研究では、数学解析及び数値解析を通じて、その一部を解明することに成功した。また、Townshend理論による火花電圧を、最新のモデル方程式を用いて再導出することができた。これらの成果は、プラズマの諸現象を理解する上で、プラズマ工学・物理学にも利するものである。また、微分方程式に対する新たな解析手法を生み出すことができ、非線形偏微分方程式論の発展にも貢献した。

研究成果の概要(英文)：In the real world, artificially produced plasmas are widely used. In such applications, a plasma is generated using a gas discharge, and a boundary layer appears around materials which the plasma contacts with. The analysis of discharge and boundary layer are important in plasma physics and engineering. To analyze the the process of the formation of the boundary layer, we have shown that the solution of the Euler-Poisson system can be approximated by the sum of the outer and inner solutions. From the behavior of the inner solution, the process of the formation can be understood immediately. Moreover, we have analyzed the Morrow model to investigate the fundamental process of discharge generation. It has been shown that the trivial steady-state solution is stable for voltages which are less than the sparking voltage, and the trivial steady-state solution is unstable for voltages which are greater than the sparking voltage.

研究分野：非線形偏微分方程式

キーワード：プラズマ境界層 Bohm条件 Debye長 準中性極限 放電 火花電圧 安定性・不安定性 分岐解析

1. 研究開始当初の背景

人工的につくられるプラズマは、核融合、半導体デバイス用シリコンウェハーの微細加工、空気清浄・浄水、殺菌などに広く利用されている。こうした用途では、放電を用いてプラズマを発生させ、そのプラズマが金属やシリコンなどに接触する周囲には境界層が現れる。放電および境界層の解析は、プラズマ物理学・工学では重要とされている。プラズマ境界層の形成、放電発生の基礎過程について、それぞれ背景を述べる。

(1)プラズマ境界層の形成 プラズマとは電子と正イオンから構成される気体の一種である。プラズマが接触する固定壁付近には境界層が形成される。詳述すれば、プラズマが壁に接触するとき、プラズマ中の電子と正イオンは壁に流れ込むが、電子は正イオンに比べて遥かに軽く動きやすいため、過剰に吸収される。すなわち、壁の付近では電子密度は正イオン密度より急激に減少し、壁とプラズマの間に電氣的な偏りが生じる。この偏りが生じた領域がシースである。シースの厚みは Debye 長(プラズマ中に荷電粒子をおいたとき、荷電粒子から生じる電場が遮蔽される距離)の数倍程度になる。また、プラズマ物理学では Euler-Poisson 方程式(以下、EP 方程式と略す)を用いた形式的な議論により、シースが形成されるための条件として Bohm 条件が提案されている。この条件は、正イオンが極超音速でプラズマ領域からシース領域に流れ込む必要があることを意味する。プラズマの運動を記述する EP 方程式を用いて、シースを議論した数学的成果は幾つか報告されている。シースは定常的な境界層と観測されるため、数学的には時間的に安定な定常解であると理解できる。A. Ambroso 等は、Bohm 条件を仮定して一次元有界区間上で定常解の存在を示していた。さらに、同氏は時間発展問題の解が時間経過とともに定常解に収束することを数値シミュレーションで確認していた。さらに、研究代表者等は、半空間上で EP 方程式に定常解が存在するための必要十分条件を導き、さらに Bohm 条件下で定常解の安定性を証明していた。これらの成果により、シースは定常解であることが数学的に検証されたが、一方、シースへ至る境界層の発展過程は明らかにされていない。その解明への第一歩として、Han-Kwan 等は、Debye 長が十分小さい場合に、EP 方程式の時間局所解は外部解と内部解の和によって近似できることを示した。ここで、外部解とは、EP 方程式で Debye 長を零とした極限方程式の解である。内部解とは、Debye 長を用いて空間スケールを取り直した EP 方程式において、Debye 長を零とした境界層方程式の解であり、境界層の発展過程を表現する。残念なことに彼等の結果では、EP 方程式の初期値を外部解と内部解の和で過剰に近似している。この仮定は、初期時刻において境界層が既に形成されていることを意味する。もちろん、時間大域的な解析もできていない。したがって、初期状態では境界層が全く形成されていない場合に、その発展過程を時間大域的に解明することは、興味深い学問的問いであった。

(2)放電発生の基礎過程 絶縁体である空気などの気体中に、一対の電極をおき徐々に電圧を上げていくと、突然、絶縁の状態から伝導の状態にかわり大電流が流れる。これが放電であり、放電の経路に沿ってプラズマが発生する。1900 年頃、Townshend は物理実験を通して、放電発生のためには二つのメカニズムが不可欠であることを発見した。一つは、電子が中性分子と衝突して電離を促し、新たに自由電子と正イオンを発生させるメカニズム、もう一つは、正イオンが負に帯電した電極に衝突して、電極から自由電子を放出させるメカニズムである。1900 年頃 Townshend は、時間を離散化させる、空間次元を 1 次元とするなどの大胆な簡略化の末、放電が発生し持続するための電圧の閾値(火花電圧)を導出した。これが Townshend による放電理論である。近年では、Morrow が放電を記述するモデル方程式(以下、Morrow 方程式とよぶ)を提案し、広く数値実験に利用されている。Morrow 方程式では、正イオン密度は双曲型方程式、電子密度は放物型方程式、電位は楕円型方程式によって支配される。正イオンと電子では支配方程式の型が異なるのは、それらの質量の大きさが桁違いに異なることに起因する。実際、Degond 等は、それらの質量比の極限操作を用いて、Euler-Maxwell 方程式から Morrow 方程式を形式的に導出した。このように Morrow 方程式は正当な方程式から導け、理論的に信用できる。この Morrow 方程式によって放電理論を再構築することは、ごく自然な学問的問いである。とくに火花電圧の再導出は興味深い。

この方程式に対して報告されていた唯一の数学的成果は研究代表者等によるもので、物理的な側面に留意して定式化した初期値境界値問題の時間局所可解性が証明されていた。

2. 研究の目的

先に述べた学問的問いに解答を与えるため、次を主な研究目的とした。

【研究 1】シースの時間大域的な形成過程の解析

【研究 2】Morrow 方程式による火花電圧の導出

3. 研究の方法

プラズマは多岐に渡り応用されており、数理モデルを用いた数値実験が頻繁になされている。それらの数理モデルは、流体力学や電磁気学などを基盤とした煩雑な連立方程式系となる。実際、EP 方程式は双曲・楕円型連立系で、Morrow 方程式は双曲・放物・楕円型連立系で与えられる。こうした異なる型の方程式が連立する系の解析では、従来の理論、解析手法を超えたアプローチを模索する必要がある。また、方程式系の煩雑さに加え、プラズマの現象を重視して Bohm 条件や火花電圧などを加味すれば、その解析は一層困難なものである。研究目的ごとに、研究の方法を述べる。

【研究 1】先に述べた通り、Han-Kwan 等は、Debye 長が十分小さい場合に、EP 方程式の時間局所解は外部解と内部解の和によって近似できることを示した。Han-Kwan 等は、この初期層の発生を避け、初期値を近似解で過剰に近似した。また、時刻を固定するごとに、それに応じて Debye 長を小さくとり、EP 方程式の解と近似解の差が小さくなることを示した。この評価の導出は、エネルギー法と Gronwall の不等式によるが、さらに Goodman が境界層問題の解析で考案した重み関数を援用している。しかし、この方法では解の時間大域挙動は議論できず、時間局所的な解析に留まっていた。

まず、研究代表者は、初期値を近似解で近似した場合に、EP 方程式の時間大域解は外部解と内部解の和によって近似できることを示そうとした。その際、Goodman の重み関数と併せて、研究代表者が Bohm 条件の数学的妥当性を検証する際に使用した空間方向の重み関数を使用する。これにより、時間変数に対して一様な近似評価の導出が期待できる。

次に、研究代表者は、初期値を近似解で過剰に近似しない場合、EP 方程式の時間局所解は外部解と内部解の和によって近似できることを示そうとした。初期層を伴う問題の数学解析は困難であるため、まずは数値シミュレーションをもちいて、時間局所解及び近似解の振る舞いを解析した。それらを足がかりとして、厳密な数学解析も行った。研究代表者は、半導体のモデル方程式間の関係を数学解析したことがあるが、その際にも初期層の発生が問題となり、適切な時間方向の重み関数を使用することで、その難局を乗り越えた。本研究課題では、Goodman の重み関数と時間方向の重み関数を組み合わせて、初期層を処理することを試みた。

なお、この研究課題は、Chang-Yeol Jung 教授(蔚山科学技術大学)、Bongsuk Kwon 准教授(蔚山科学技術大学)、高山正宏助教(慶應義塾大学)との共同で推進した。

【研究 2】Morrow 方程式の初期値境界値問題を扱う。この問題は、正イオンと電子の密度が零となる自明な定常解を持つ。Morrow 方程式の解が、時間経過とともに自明定常解に収束すれば放電は持続せず、逆に収束しなければ放電が持続すると定義できる。Townshend 理論では、放電が発生し持続するために必要な電圧を火花電圧とよぶ。これに従えば、電圧をパラメータとしてみて自明定常解が時間的に安定から不安定へと変化する臨界電圧を、Morrow 方程式の火花電圧と定めるのが妥当だろう。本研究では、この火花電圧を求めた。

この課題の難しさは、Morrow 方程式の双曲型方程式に消散構造がないこと、放物型方程式の微分作用素が自己共役でないことにある。そこで、特殊な重み関数と未知関数の積を、新たな未知関数と取り直して方程式を書き換えれば、双曲型方程式は消散構造を持ち、自明解まわりで線形化した放物型方程式の微分作用素は自己共役となる。このとき、線形化方程式の微分作用素の第一固有値が負値から正値へと変化する臨界電圧が、火花電圧となる。自明解の安定性は、エネルギー法と min-max 原理を併用して証明する。不安定性は、線形化微分作用素の固有関数展開から得られる Green 関数および Duhamel 原理を組み合わせて示した。

さらに、自明定常解が時間的に安定から不安定へと変化する臨界電圧から、非自明な定常解が分岐することが期待される。実際、この非自明定常解が放電の状態を記述している。まずは、そのような非自明な定常解が存在するかを Crandall 等の分岐定理から示した。近年発達した分岐理論を用いて、大域的な分岐図も調べた。

なお、この研究課題は、Walter A. Strauss 名誉教授(ブラウン大学)、谷温之名誉教授(慶應義塾大学)との共同で推進した。

4. 研究成果

研究目的ごとに、研究の方法を述べる。

【研究 1】初期値を近似解で近似した場合に、EP 方程式の時間大域解は外部解と内部解の和によって近似できることを証明できた。一方、初期値を近似解で過剰に近似しない場合については、数値シミュレーションをもちいて、時間局所解及び近似解の振る舞いを解析したところ、初期層は発生するが、時間経過とともに時間局所解は近似解に収束した。この結果を、数学解析を用いて厳密に証明するまでには至らなかった。

【研究 2】Morrow モデルの解析し、ある臨界電圧を超えない電圧に対しては、自明定常解は安定となること、臨界電圧を超える電圧に対しては、自明定常解が不安定性であることを証明でき

た．従って，この臨界電圧が Morrow モデルによる火花電圧であることが結論づけられた．さらに，Crandall 等の分岐定理を用いて非自明な定常解が存在することを証明した．この非自明定常解の大域的な分岐図も解析したところ，非自明定常解は電子・イオン密度が発散する，または歪火花電圧において自明定常解に戻るかのどちらか一方が起こり得ることを解明できた．なお，大域的な分岐図の成果については，研究当初には想定しておらず，期待以上の進捗が得られた．

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 6件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Kan Toru, Suzuki Masahiro	4. 巻 45
2. 論文標題 Time periodic flows of electrons and holes in semiconductor devices	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Mathematical Methods in the Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 6096 ~ 6130
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ma.8160	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Strauss Walter A., Suzuki Masahiro	4. 巻 29
2. 論文標題 Steady states of gas ionization with secondary emission	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Methods and Applications of Analysis	6. 最初と最後の頁 1 ~ 30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4310/MAA.2022.v29.n1.a1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Suzuki Masahiro, Zhang Katherine Zhiyuan	4. 巻 388
2. 論文標題 Stationary Flows for Compressible Viscous Fluid in a Perturbed Half-Space	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Communications in Mathematical Physics	6. 最初と最後の頁 1131 ~ 1180
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00220-021-04244-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Sakamoto Shota, Suzuki Masahiro, Zhang Katherine Zhiyuan	4. 巻 314
2. 論文標題 Boundary layers of the Boltzmann equation in three-dimensional half-space	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Differential Equations	6. 最初と最後の頁 446 ~ 472
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jde.2022.01.023	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Jung Chang-Yeol, Kwon Bongsuk, Suzuki Masahiro	4. 巻 96
2. 論文標題 On approximate solutions to the Euler-Poisson system with boundary layers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation	6. 最初と最後の頁 105717 ~ 105717
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cnsns.2021.105717	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ohnawa Masashi, Suzuki Masahiro	4. 巻 17
2. 論文標題 Time-periodic solutions of symmetric hyperbolic systems	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Hyperbolic Differential Equations	6. 最初と最後の頁 707 ~ 726
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0219891620500216	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Suzuki Masahiro, Takayama Masahiro	4. 巻 239
2. 論文標題 Stability and Existence of Stationary Solutions to the Euler-Poisson Equations in a Domain with a Curved Boundary	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Archive for Rational Mechanics and Analysis	6. 最初と最後の頁 357 ~ 387
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00205-020-01578-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Walter Strauss and Suzuki Masahiro	4. 巻 12
2. 論文標題 Large amplitude stationary solutions of the Morrow model of gas ionization	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Kinetic and Related Models	6. 最初と最後の頁 1297-1312
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3934/krm.2019050	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Atusi Tani and Suzuki Masahiro	4. 巻 268
2. 論文標題 Bifurcation analysis of the Degond--Lucquin-Desreux--Morrow model for gas discharge	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Differential Equations	6. 最初と最後の頁 4733-4755
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jde.2019.10.039	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Emmanuel.Grenier, Yan Guo, Benoit Pausader, and Masahiro Suzuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Derivation of the ion equation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Quarterly of Applied Mathematics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Toru Kan and Masahiro Suzuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Uniform estimates and uniqueness of stationary solutions to the drift-diffusion model for semiconductors	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applicable Analysis	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/00036811.2018.1460820	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Masahiro Suzuki and Atusi Tani	4. 巻 50
2. 論文標題 Time-local solvability of the Degond--Lucquin-Desreux--Morrow model for gas discharge	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 SIAM Math. Anal.	6. 最初と最後の頁 5096--5118
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1137/17M111852X	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Masahiro Suzui	4. 巻 10
2. 論文標題 On the Degond-Lucquin-Desreux-Morrow model for gas discharge	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 AIMS Ser. Appl. Math.	6. 最初と最後の頁 658 - 665
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Masahiro Suzui	4. 巻 2066
2. 論文標題 Stability analysis and quasi-neutral limit for the Euler-Poisson equations	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 RIMS Kokyuroku	6. 最初と最後の頁 136 - 145
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Masahiro Suzui	4. 巻 2070
2. 論文標題 Bifurcation analysis of an equation for gas discharge	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 RIMS Kokyuroku	6. 最初と最後の頁 17 - 24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kan Toru, Suzuki Masahiro	4. 巻 45
2. 論文標題 Time periodic flows of electrons and holes in semiconductor devices	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Mathematical Methods in the Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 6096 ~ 6130
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mma.8160	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計28件(うち招待講演 14件/うち国際学会 10件)

1. 発表者名 鈴木政尋、高山正宏、K. Z. Zhang
2. 発表標題 プラズマ境界層の安定性と不安定性について
3. 学会等名 日本数学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大縄将史、鈴木政尋
2. 発表標題 周期境界条件下の浅水波系について
3. 学会等名 日本数学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 岩田直之、鈴木政尋
2. 発表標題 多成分プラズマのVlasov-Poisson方程式の定常解
3. 学会等名 日本数学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鈴木政尋、高山正宏
2. 発表標題 Vlasov-Poisson 方程式の定常解
3. 学会等名 日本数学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木政尋、高山正宏、K. Z. Zhang
2. 発表標題 プラズマ境界層の安定性と不安定性について
3. 学会等名 OCAMI研究集会「渦と磁場」(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masahiro Suzuki
2. 発表標題 Stability and instability of plasma boundary layers
3. 学会等名 Multiscale analysis and methods for PDEs: fluids and active matter dynamics (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Masahiro Suzuki
2. 発表標題 Stability and instability of plasma boundary layers
3. 学会等名 2023 Winter Workshop on Mathematical Analysis of Fluids (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Masahiro Suzuki
2. 発表標題 The Kinetic and Hydrodynamic Bohm Criteria for Plasma Sheath Formation
3. 学会等名 The Eighth Japan-China Workshop on Mathematical Topics from Fluid Mechanics (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 坂本祥太, 鈴木政尋, Katherine Zhiyuan Zhang
2. 発表標題 3次元半空間におけるボルツマン方程式の初期値境界値問題の漸近安定性
3. 学会等名 日本数学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大縄将史, 鈴木政尋
2. 発表標題 拡大管内の衝撃波の漸近安定性
3. 学会等名 日本数学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木政尋
2. 発表標題 プラズマ境界層の数学解析
3. 学会等名 日本数学会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masahiro Suzuki
2. 発表標題 The Kinetic and Hydrodynamic Bohm Criteria for Plasma Sheath Formation
3. 学会等名 East Asian Workshop on PDEs in Fluid Dynamics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masahiro Suzuki
2. 発表標題 The Kinetic and Hydrodynamic Bohm Criteria for Plasma Sheath Formation
3. 学会等名 JSPS/SAC Seminar on Gas Kinetic/Dynamics and Life Science (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masahiro Suzuki
2. 発表標題 Stationary solutions to the Euler--Poisson equations in a perturbed half-space
3. 学会等名 International Workshop on Recent Advances in Nonlinear PDE (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木政尋
2. 発表標題 摂動半空間における Euler--Poisson 方程式の定常解
3. 学会等名 日本数学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木政尋
2. 発表標題 摂動半空間における Navier--Stokes 方程式の定常解
3. 学会等名 日本数学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masahiro Suzuki
2. 発表標題 Stationary solutions to the Euler--Poisson equations in a perturbed half-space
3. 学会等名 Mathematical Analysis of Viscous Incompressible Fluid (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masahiro Suzuki
2. 発表標題 Derivation of the Ion Equation
3. 学会等名 International Workshop on Multi-Phase Flows: Analysis, Modelling and Numerics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木政尋
2. 発表標題 Stationary flows for compressible viscous fluid in a perturbed half-space
3. 学会等名 第38回九州における偏微分方程式研究集会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木政尋
2. 発表標題 対称双曲型方程式系の時間周期解について
3. 学会等名 日本数学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木政尋
2. 発表標題 気体放電を記述する方程式の大域分岐解析
3. 学会等名 日本数学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masahiro Suzuki
2. 発表標題 Derivation of the Ion Equation
3. 学会等名 Seventh China-Japan Workshop on Mathematical Topics from Fluid Mechanics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木政尋
2. 発表標題 プラズマ物理学に現れる Boltzmann の関係式の数学的正当化
3. 学会等名 The 17th Linear and Nonlinear Waves (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木政尋
2. 発表標題 Stationary solutions to the Euler--Poisson equations in a perturbed half-space
3. 学会等名 若手による流体力学の基礎方程式研究集会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木政尋, Emmanuel.Grenier, Yan Guo, Benoit Pausader
2. 発表標題 プラズマ物理に現れる Boltzmann の関係式の正当化
3. 学会等名 日本数学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木政尋, 谷温之
2. 発表標題 気体放電を記述する Morrow モデルI: 安定解析
3. 学会等名 日本数学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木政尋, Walter Strauss
2. 発表標題 気体放電を記述する Morrow モデルII: 大域分岐解析
3. 学会等名 日本数学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masahiro Suzuki
2. 発表標題 Bifurcation analysis of an equation for gas discharge
3. 学会等名 The 17th International Conference on Hyperbolic Problem (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

鈴木政尋のページ
<http://suzuki.web.nitech.ac.jp/>

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計5件

国際研究集会 RIMS Workshop on Mathematical Analysis in Fluid and Gas Dynamics	開催年 2021年～2021年
国際研究集会 The 4th Workshop on Recent development of mathematical fluid dynamics and hyperbolic conservation laws	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 3rd Workshop on Recent development of mathematical fluid dynamics and hyperbolic conservation laws	開催年 2018年～2018年
国際研究集会 RIMS Workshop on Mathematical Analysis in Fluid and Gas Dynamics	開催年 2022年～2022年
国際研究集会 Mathematical Analysis on Fluid Dynamics and Conservation Laws	開催年 2022年～2022年

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
	米国	New York University	Brown University
韓国	UNIST		