

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 9 月 8 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K03320

研究課題名（和文）非孤立特異点の代数解析と計算複素解析アルゴリズム

研究課題名（英文）Algebraic analysis of non-isolated singularities and computational complex analysis algorithms

研究代表者

田島 慎一 (Tajima, Shinichi)

新潟大学・自然科学系・フェロー

研究者番号：70155076

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）：代数解析の理論と計算機代数の手法を融合させることで、特異点の複素解析的諸性質を解析する新たな枠組みを構築した。特異点論では様々な複素解析的不変量が知られているが、それらを求めるアルゴリズムを考案し、開発したプログラムを数式処理システムに実装した。これらのプログラムを用いて、特異点研究を行った。またPoincare-Birkhoff-Witt代数における抱合的グレブナ基底を用いることで、非孤立特異点を持つ超曲面に付随するホロノミーD-加群を求めるアルゴリズムを構成した。さらに、典型的な特異点に対し、これらホロノミーD-加群の構造を解析した。これにより特異点の諸性質を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

特異点論は現代数学の重要な研究課題であり、様々な観点から研究されている。特異点の複素解析的諸性質や不変量は、基本的なものであっても一般には決定したり求めることが困難である。そのため、計算法を確立することが重要となる。本研究では様々な複素解析的不変量を求めるアルゴリズムを導出し開発したプログラムを数式処理システムに実装した。この成果は今後の特異点研究の展開に有効である。非孤立特異点を持つ超曲面に対し、それに付随するホロノミーD-加群を求めるアルゴリズムを構築した。さらにそれらホロノミーD-加群の構造を解析する方法を与えた。これにより非孤立特異点を解析する新たな方法を与えることが出来た。

研究成果の概要（英文）：By utilizing the theory of algebraic analysis and the method of computer algebra, we construct a new framework for analyzing complex analytic properties of singularities. We invent new algorithms for computing several complex analytic invariant of singularities. We also implement resulting algorithms in a computer algebra system. Using these new device, we study singularities. Based on the theory of comprehensive Groebner systems on the Poincare-Birkhoff-Witt algebra, we construct an algorithm for computing holonomic D-modules associated to a non-isolated hypersurface singularities. For some typical cases, we investigate the structure of holonomic D-modules in an explicit manner. We apply these result to the study of non-isolated hypersurface singularities.

研究分野：基礎解析学

キーワード：特異点 アルゴリズム ホロノミーD-加群

1. 研究開始当初の背景

(1) 特異点は現代数学の重要な研究対象であり、複素解析の観点からも盛んに研究されている。特異点に関しては、様々な複素解析的不変量が知られており、特異点論において重要な役割をはたしている。しかし、基本的な不変量であってもそれらを実際に求めることは困難であることが多い。また、重要な不変量であるにも関わらず、具体的にどのように計算すればその不変量を求められるのか、その方法が知られていないものも多い。計算の方法は知られているが、既存の方法では計算機を使っても、必要な計算量があまりに大きいため、実際には計算できないような不変量も多くある。研究開始当初はこのような状況にあり、複素解析的不変量を求める新たなアルゴリズムの研究が望まれていた。

(2) 特異点論では特異点の変形族を考察することが多い。その際、変形パラメータにより特異点の諸性質がどのように変化するかを調べるために、特異点の複素解析的不変量が変形パラメータにどのように依存するかその依存の仕方を決定することが必要になる。研究開始当初の時点では、変形パラメータを含む特異点族に付随する複素解析的不変量の計算の方法が確立していなかった。新たな計算の枠組みを構築する必要があった。

(3) 非孤立特異点に付随するホロノミー D -加群に関して、基本的な事項についても十分な研究がなされていなかった。そのため多くの問題が未解決のままであった。

2. 研究の目的

(1) 複素解析的不変量を求めるアルゴリズムを構成し、プログラムを作成する。これらを利用しながら、特異点の複素解析、代数解析を展開する。

(2) 特異点変形族に付随する複素解析的不変量を求めるための新たな枠組みを確立する。不変量の計算アルゴリズムを新たに導出し、特異点変形の解析を行う。

(3) 非孤立特異点を持つ典型的な超曲面にたいし、それらに付随するホロノミー D -加群を具体的に構成し、その構造を明らかにする。特異点の諸性質とホロノミー D -加群の構造との関係を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 共同研究者と共同で Local cohomology 等を用いることで、計算アルゴリズムを研究する。更に、開発したプログラムを数式処理システムに実装する。

(2) 開発したプログラムを用いて、特異点の複素解析的諸性質の研究を行う。

(3) Poincare-Birkhoff-Witt 代数を用いることで、 s -parametric annihilator を求めるアルゴリズムを具体的に構成する。代数解析の理論に基づくことで、構成した偏微分方程式系の構造を解析する。さらに local cohomology 解を求めることで、特異点の複素解析を展開する。

4. 研究成果

(1) パラメータを含むようなイデアル族に対し、その局所次元のパラメータ依存性を求めるアルゴリズムを与えた。これにより特に、収束冪級数環におけるパラメータを含むイデアルが零次元であるか否かを効率的に判定することが可能となった。パラメータを含む零次元イデアルの comprehensive local cohomology system を求めるアルゴリズムを用いる際は、予め、イデアルが零次元であるようなパラメータの条件を与えておく必要があるが、局所次元判定によりこの前処理をアルゴリズムとして実現できた。

(2) 特異点論において、イデアルの integral closure は equisingularity とも関係する重要な概念である。イデアルの reduction に関する Rees の理論に基づくことで、Hilbert-Samuel multiplicity を求めるアルゴリズムを構成した。これによりイデアルの integral closure の計算を行わないで、integral closure への所属判定を行うことが可能になった。

(3) 多項式環における comprehensive グレブナ system を用いることで、収束冪級数環におけるパラメータを含むイデアルに対するイデアルメンバーシップ問題を解く方法を与えた。応

用として、イデアルの integral number のパラメータ依存性を計算するアルゴリズムを与えた。

(4) 収束冪級数環のイデアルに対する integral dependence relation の概念を一般化し、それらの加群としての生成元を求めるアルゴリズムを構成した。このアルゴリズムは、局所 b -関数の s -parametric annihilators を求める計算や Brieskorn の Gauss-Manin 接続の構成等に応用がある。

(5) B. Teissier の結果と local cohomology を用いることで、孤立特異点を持つ超曲面の limiting tangent space を求めるアルゴリズムを構成した。このアルゴリズムにより、超曲面の hyperplane section の Milnor 数による分割も計算できる。また、複素解析的不変量 μ^* を求めるアルゴリズムを与えた。これにより、孤立特異点の local Euler obstruction を求めることが可能になった。

(6) Le-Teissier の方法に基づくことで、特異点が孤立していない超曲面の local Euler obstruction を求めるアルゴリズムを構成した。

(7) Local cohomology を用いることで、対数的ベクトル場を構成する方法を与えた。応用として Bruce-Roberts Milnor 数を求めるアルゴリズムを構成した。特異点が半擬斉次孤立特異点の場合に特化した効率的な計算法を与えた。さらに、変形パラメータを持つ孤立特異点族の場合に、対数的ベクトル場をより効率的に求める計算アルゴリズムを考案し、Bruce-Roberts Milnor イデアルを構成する方法を与えた。

(8) 特異点論において torsion 微分形式は重要な概念であるがその計算法は知られていなかった。この研究では、孤立特異点を持つ超曲面における torsion 微分形式を求めるアルゴリズムを与えた。これにより、斉藤恭司の対数的微分形式のなす層の構造を決定できる。さらに、斉藤恭司の対数的留数の理論と A. G. Aleksandrov の結果に基づくことで、Barlet と Kersten の意味の regular meromorphic differential form を構成する方法を与えた。

(9) Milnor 数は特異点の最も基本的な不変量であるが、完全交叉特異点の Milnor 数を求める既存の方法は、経験と勘を必要とする計算法であった。本研究では、有理関数のなす体を係数体とする local cohomology を用いることで、孤立特異点を持つ完全交叉のミルナー数を deterministic に求める計算法を与えた。

(10) Local cohomology を用いることで Matlis duality を実現し、これにより、孤立特異点を持つ完全交叉に沿う対数的ベクトル場のなす層の生成元を求めるアルゴリズムを構成した。

(11) Local cohomology に対する J. Lipman の transformation law と最近の計算代数の手法に基づくことで、Grothendieck point residue mapping を与える local cohomology class を求めるアルゴリズムを構成した。この計算法は、パラメータを含む場合も適用できる。また、local cohomology class の満たす 1 階の線型偏微分方程式系を用いることで、Grothendieck point residue mapping を求める新たなアルゴリズムを構成した。このアルゴリズムは transformation law をもちいた計算法より計算効率が良い。

(12) ネーター作用素とホロノミー D -加群の理論を用いることで、Grothendieck local residues を求めるアルゴリズムを構成した。イデアルが shape base を持つ場合に特化したアルゴリズムも与えた。

(13) Poincaré-Birkhoff-Witt algebra に対し comprehensive グレブナ system の概念を定義し、その計算法を与えた。応用として Bernstein-Sato イデアルとそれに付随する D -加群を求めるアルゴリズムを与えた。

(14) (13) の応用として inner modularity が 2 であるような μ -constant deformation に対する s -parametric annihilator を構成し、さらにその local cohomology 解を求めることで b -関数を決定した。これにより b -関数の変形パラメータへの依存の仕方を明らかにした。

(15) b -関数の理論において、柏原が導入した bon opérateur は重要であることが知られている。(13)の応用として、柏原の bon opérateur を求めるアルゴリズムを構成した。この計算法は

非可換環におけるグレブナ基底計算をなるべく避けることで得たものであり、計算効率が良い。B-関数計算への応用が見込まれる。

(16) 代数解析の観点から、非孤立特異点を持つ D. Siersma の超曲面に付随するホロノミー D-加群の構造を解析した。Local cohomology 解を求めることで、ホロノミー D-加群の monodromy 構造を明らかにし、特性多様体、local b-関数を決定した。T. de Jong が与えた simple line singularity を持つ超曲面に対し、付随するホロノミー D-加群を求め、local cohomology 解を計算することで、monodromy 構造を決定した。この結果は、Siersma の導入した vertical monodromy と深く関係する。また、Vanishing cycle sheaf の Betti 数、D. Massey の Le cycle との関係論じた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計40件（うち査読付論文 24件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 17件）

1. 著者名 S. Tajima and Y. Umeta	4. 巻 51
2. 論文標題 Algebraic analysis of Siersma's non-isolated hypersurface singularities	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Hokkaido Math. Journal	6. 最初と最後の頁 117-151
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14492/hokmj/2020-305	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 S. Tajima and K. Nabeshima	4. 巻 593
2. 論文標題 An effective method for computing Grothendieck point residue mappings	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Algebra	6. 最初と最後の頁 568-588
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jalgebra.2021.11.013	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 S. Tajima and K. Nabeshima	4. 巻 12865
2. 論文標題 A new deterministic method for computing Milnor number of an ICIS	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 361-368
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-85165-1_22	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 S. Tajima and K. Nabeshima	4. 巻 -
2. 論文標題 Computing Grothendieck point residues via solving holonomic systems of first order linear partial differential equations	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation	6. 最初と最後の頁 361-368
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 K. Nabeshima and S. Tajima	4. 巻 107
2. 論文標題 A new algorithm for computing logarithmic vector fields along an isolated singularity and Bruce-Roberts Milnor ideals	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Symbolic Computation	6. 最初と最後の頁 190-208
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jsc.2021.03.003	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 S. Tajima and K. Nabeshima	4. 巻 15
2. 論文標題 An algorithm for computing torsion differential forms associated to an isolated hypersurface singularity	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Mathematics in Computer Science	6. 最初と最後の頁 353-367
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11786-020-00486-w	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 鍋島克輔, 田島慎一	4. 巻 2185
2. 論文標題 零次元準素イデアルのネター作用素の計算と応用	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 京都大学数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 1-15
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 深作亮太, 田島慎一	4. 巻 2185
2. 論文標題 単純ホップ分岐判定の実装	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 京都大学数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 113-122
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 S. Tajima, T. Shibuta and K. Nabeshima,	4. 巻 12291
2. 論文標題 Computing logarithmic vector fields along an ICIS germ via Matlis duality	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 543-562
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-60026-6-32	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 田島慎一, 渋谷敬史, 鍋島克輔	4. 巻 2156
2. 論文標題 孤立特異点を持つcomplete intersectionに沿う対数的ベクトル場の計算法について,	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 京都大学数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 1-15
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 鍋島克輔, 田島慎一	4. 巻 2159
2. 論文標題 半擬斉次孤立特異点の性質を利用した局所b-関数の計算	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 京都大学数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 188-199
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 田島慎一, 鍋島克輔	4. 巻 2159
2. 論文標題 Moving curve ideals, Rees algebra and parametric local cohomology systems	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 京都大学数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 179-187
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 小原功任, 田島慎一	4. 巻 2159
2. 論文標題 多変数留数の計算アルゴリズム III	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 京都大学数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 101-107
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 S. Tajima and K. Nabeshima	4. 巻 17
2. 論文標題 Computing regular meromorphic differential forms via Saito's logarithmic residues	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Symmetry, Integrability and Geometry: Methods and Applications	6. 最初と最後の頁 19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3842/SIGMA.2021.019	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 K. Nabeshima and S. Tajima	4. 巻 75
2. 論文標題 Computation methods of b-functions associated with μ -constant deformations -case of inner modality 2 --	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Kyushu J. of Mathematics	6. 最初と最後の頁 55-76
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2206/kyushujm.75.55	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 S. Tajima and Y. Umeta	4. 巻 64
2. 論文標題 Holonomic D-modules associated with a simple line singularity and the vertical monodromy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Funkcialaj Ekvacioj	6. 最初と最後の頁 17-48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1619/feci.64.17	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 田島慎一	4. 巻 2101
2. 論文標題 A method for computing generic Le numbers associated with non-isolated hypersurface singularities	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 京都大学数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 133-138
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 鍋島克輔, 田島慎一	4. 巻 2014
2. 論文標題 収束冪級数環におけるgeneralized integral dependence relationの計算について	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 京都大学数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 78-85
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 K. Nabeshima, S. Tajima	4. 巻 13
2. 論文標題 Solving parametric ideal membership problems and computing integral numbers in a ring of convergent power series via comprehensive Groebner systems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Mathematics in Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 185-194
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11786-018-0354-4	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 K. Ohara, S. Tajima	4. 巻 13
2. 論文標題 An algorithm for computing Grothendieck local residues I	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Mathematics in Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 205-216
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11786-019-00399-3	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 S. Tajima, K. Nabeshima	4. 巻 13
2. 論文標題 An implementation of the Le-Teissier method for computing local Euler obstructions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Mathematics in Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 273-280
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11786-018-0366-0	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 S. Tajima	4. 巻 75
2. 論文標題 Local cohomology solutions of holonomic D-modules associated with non-isolated hypersurface singularities	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 RIMS Kokyuroku Bessatsu	6. 最初と最後の頁 61-72
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 K. Nabeshima, S. Tajima	4. 巻 64
2. 論文標題 Computing logarithmic vector fields and Bruce-Roberts Milnor numbers via local cohomology classes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Revue Roumaine Math. Pures et Appl.	6. 最初と最後の頁 521-538
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 K. Nabeshima, S. Tajima	4. 巻 18
2. 論文標題 Alternative algorithms for computing generic μ^* -sequences and local Euler obstructions of isolated hypersurface isolated singularities	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Algebra and its Applications	6. 最初と最後の頁 1950159
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/s02194988195015614	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 鍋島克輔, 田島慎一	4. 巻 2138
2. 論文標題 パラメータ付きイデアルで定義された多様体の点でのゼロ次元性判定	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 京都大学数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 130-137
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 田島慎一, 小原功任, 照井章	4. 巻 2138
2. 論文標題 行列の最小消去多項式候補を用いた逆行列の計算と連立1次方程式の解法	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 京都大学数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 171-175
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 田島慎一	4. 巻 2014
2. 論文標題 複素解析的不変量 κ の計算アルゴリズムについて	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 京都大学数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 128-132
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 T. Shibuta, S. Tajima	4. 巻 96
2. 論文標題 An algorithm for computing the Hilbert-Samuel multiplicities and reductions of zero-dimensional ideals of Cohen-Macaulay local ring	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Symbolic Computation	6. 最初と最後の頁 108-121
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jsc.2019.02.014	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 K. Nabeshima, S. Tajima	4. 巻 11989
2. 論文標題 Generalized integral dependence relations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 48-63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-43120-4_6	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 K. Ohara, S. Tajima	4. 巻 14
2. 論文標題 An algorithm for computing Grothendieck local residues II	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Mathematics in Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 483-496
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11786-01900439-y	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 S. Tajima, K. Nabeshima	4. 巻 -
2. 論文標題 An algorithm for computing torsion differential forms associated to an isolated hypersurface singularity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Mathematics in Computer Sciences	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) 10.1007/s11786-020-00486-w	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 K. Nabeshima, S. Tajima	4. 巻 15
2. 論文標題 Testing zero-dimensionality of varieties at a point	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Mathematics in Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 317-331
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11786-020-00484-y	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 K. Nabeshima, S. Tajima	4. 巻 42
2. 論文標題 Computation methods of logarithmic vector fields associated with semi-weighted homogeneous isolated hypersurface singularities	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Tsukuba Journal of Mathematics	6. 最初と最後の頁 191-231
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21099/tkbjm/1554170422	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 K. Nabeshima, K. Ohara and S. Tajima	4. 巻 89
2. 論文標題 Comprehensive Grobner systems in PBW algebras, Bernstein-Sato ideals and holonomic D-modules	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Symbolic Computation	6. 最初と最後の頁 146-170
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jsc.2017.11.010	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 K. Nabeshima and S. Tajima	4. 巻 78
2. 論文標題 A new method for computing limiting tangent spaces of isolated hypersurface singularity via algebraic local cohomology	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Advanced Studies in Pure Mathematics	6. 最初と最後の頁 331-344
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2969/aspm/07810331	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 小原功任, 田島慎一	4. 巻 2054
2. 論文標題 Poincare-Birkhoff-Witt代数上のグレブナ基底計算とRisa/Asirへの実装	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 京都大学数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 134-138
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 田島慎一	4. 巻 2054
2. 論文標題 D. Siersmaの非孤立特異点に付随するD-加群とPoincare-Birkhoff-Witt代数	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 京都大学数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 126-133
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 鍋島克輔, 田島慎一	4. 巻 2054
2. 論文標題 グレブナ基底を用いた収束冪級数環での拡張イデアル所属アルゴリズムについて	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 京都大学数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 118-125
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 田島慎一	4. 巻 2085
2. 論文標題 Local Euler obstructionの計算法について	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 京都大学数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 97-103
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 K. Nabeshima and S. Tajima	4. 巻 64
2. 論文標題 Computing logarithmic vector fields and Bruce-Roberts Milnor numbers via local cohomology classes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Rev. Roumaine Math. Pures Appl.	6. 最初と最後の頁 521-538
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 -

[学会発表] 計58件(うち招待講演 2件/うち国際学会 13件)

1. 発表者名 K. Nabeshima and S. Tajima
2. 発表標題 Computation of κ -invariants associated to deformations of isolated hypersurface singularities
3. 学会等名 Computer Algebra in Scientific Computing (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 S. Tajima, T. Shibuta and K. Nabeshima
2. 発表標題 Computing logarithmic vector fields along an ICIS germ via Matlis duality
3. 学会等名 Computer Algebra in Scientific Computing (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田島慎一, 鍋島克輔
2. 発表標題 Versal unfoldings of singular holomorphic foliations --諏訪アルゴリズムの実装--
3. 学会等名 日本数学会関数論分科会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田島慎一, 鍋島克輔
2. 発表標題 D. Barletのregular meromorphic differential formsとK. Saitoのlogarithmic residues
3. 学会等名 日本数学会関数論分科会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鍋島克輔, 田島慎一
2. 発表標題 有理関数体上の包括的スタンダード基底系を用いた特異点変形における不変量計算について
3. 学会等名 日本数式処理学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鍋島克輔, 田島慎一
2. 発表標題 ネター作用素を用いた零次元準素イデアル成分の表現法と計算
3. 学会等名 Computer Algebra - Theory and its Applications
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 (深作亮也, 田島慎一)
2. 発表標題 単純ホップ分岐判定法の実装
3. 学会等名 Computer Algebra - Theory and its Applications
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鍋島克輔, 田島慎一
2. 発表標題 特異点変形に付随した κ -不変量の計算
3. 学会等名 日本数学会函数論分科会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田島慎一, 鍋島克輔
2. 発表標題 特異平面代数曲線に沿う対数的ベクトル場とCamacho-Sad-Suwa指数について
3. 学会等名 日本数学会函数論分科会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田島慎一, 小原功任, 照井章
2. 発表標題 最小消去多項式を用いた一般固有ベクトル空間の構成
3. 学会等名 日本数式処理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鍋島克輔, 田島慎一
2. 発表標題 ネター作用素を用いた零次元イデアルの準素分解と復元
3. 学会等名 日本数式処理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S. Tajima and K. Nabeshima
2. 発表標題 Computing Grothendieck point residues via solving holonomic systems of first order partial differential equations
3. 学会等名 International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Nabeshima and S. Tajima
2. 発表標題 Noetherian representations for zero-dimensional ideals
3. 学会等名 International Conference on Applications of Computer Algebra (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S. Tajima and K. Nabeshima
2. 発表標題 Computing holonomic D-modules associated to a family of non-isolated hypersurface singularities via comprehensive Groebner systems in PBW algebras
3. 学会等名 International Conference on Applications of Computer Algebra
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田島慎一, 鍋島克輔
2. 発表標題 孤立特異点を持つcomplete intersectionのMilnor数のdeterministicな計算法について
3. 学会等名 日本数学会函数論分科会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S. Tajima and K. Nabeshima
2. 発表標題 A new deterministic method for computing Milnor number of an ICIS
3. 学会等名 Computer Algebra in Scinetific Computing (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鍋島克輔, 田島慎一
2. 発表標題 CSSg method for several genericities of deformations of hypersurface singularities
3. 学会等名 可微分写像の特異点論及びその応用
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 深作亮也, 田島慎一
2. 発表標題 一変数留数計算アルゴリズムについて
3. 学会等名 Computer Algebra - Foundations and Applications
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S. Tajima
2. 発表標題 Grothendieck residue mappings and holonomic D-modules
3. 学会等名 Silver Workshop 2022 - Complex Geometry and related Topics (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田島慎一
2. 発表標題 柏原のbon operateurとPoincare-Birkhoff-Witt代数
3. 学会等名 Recent Topics in Algebraic Analysis
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 深作亮也, 田島慎一
2. 発表標題 効率的な一変数留数計算アルゴリズム
3. 学会等名 日本数学会函数論分科会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田島慎一
2. 発表標題 非孤立特異点とホロノミー-D-加群のモノドロミー構造
3. 学会等名 金沢大学理工学域談話会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田島慎一
2. 発表標題 孤立特異点を持つ超曲面のtorsion微分形式
3. 学会等名 特異点論による空間研究
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Tajima, K. Nabeshima
2. 発表標題 An algorithm for computing torsion differential forms associated to an isolated hypersurface singularity
3. 学会等名 Computer Algebra in Scientific Computating (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Nabeshima, S. Tajima
2. 発表標題 Testing zero-dimensionality of varieties at a point
3. 学会等名 Computer Algebra in Scinetific Computing (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田島慎一, 鍋島克輔
2. 発表標題 孤立特異点を持つ超曲面のtorsion微分形式について
3. 学会等名 日本数学会函数論分科会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田島慎一
2. 発表標題 Vanishing cycle sheaves -Le cycles vs holonomic D-modules -
3. 学会等名 トポロジーとコンピュータ2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Nabeshima, S. Tajima
2. 発表標題 Generalized integral dependence relations
3. 学会等名 Mathematical Aspects of Computer and Information Sciences (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田島慎一
2. 発表標題 On the Suwa method for computing versal unfoldings of codimension one complex analytic singular foliations
3. 学会等名 葉層の複素解析幾何と力学系
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Nabeshima, S. Tajima
2. 発表標題 Computation methods of $\text{Ann}(f^s)$ and local b -functions using properties of semi-quasihomogeneous singularities
3. 学会等名 Differential Systems: from theory to computer mathematics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Tajima
2. 発表標題 An implementation of the Suwa method for computing versal unfoldings of holomorphic foliations
3. 学会等名 Hyperplane Arrangement and Japanese-Australian Workshop on Real and Complex Singularities (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田島慎一, 渋田敬史, 鍋島克輔
2. 発表標題 Computing logarithmic vector fields along ICIS via Matlis duality
3. 学会等名 可微分写像の特異点とその応用
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小原功任, 田島慎一
2. 発表標題 多変数留数の計算アルゴリズム III
3. 学会等名 Computer Algebra
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田島慎一, 鍋島克輔
2. 発表標題 代数曲線に付随するRees代数とパラメータ付き局所コホモロジー系
3. 学会等名 Computer Algebra
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鍋島克輔, 田島慎一
2. 発表標題 半擬斉次特異点の性質を利用した $\text{Ann}(f^s)$ と b -関数の計算について
3. 学会等名 Computer Algebra
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小原功任, 田島慎一
2. 発表標題 Grothendieck local residues 計算アルゴリズムとその実装
3. 学会等名 多変数関数論冬セミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田島慎一
2. 発表標題 孤立特異点を持つ超曲面に対する対数的微分形式とtorsion微分形式
3. 学会等名 多変数関数論冬セミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田島慎一
2. 発表標題 Brieskorn lattice の saturationと一般化されたintegral dependence relations について
3. 学会等名 超幾何方程式研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田島慎一, 梅田陽子
2. 発表標題 2次元特異点を持つA. Zahariaの超曲面に付随するホロノミ-D-加群について
3. 学会等名 接触構造, 特異点, 微分方程式及びその周辺
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田島慎一
2. 発表標題 特異点の複素解析的不変量と parametric local cohomology system
3. 学会等名 北海道大学, 応用特異点ラボ/幾何学コロキウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田島慎一
2. 発表標題 Computing torsions and logarithmic differential forms via local cohomology
3. 学会等名 平坦構造と特異点
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田島慎一, 渋田敬史, 鍋島克輔
2. 発表標題 孤立特異点を持つcomplete intersectionに沿う対数的ベクトル場の構成
3. 学会等名 日本数学会函数論分科会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鍋島克輔, 田島慎一
2. 発表標題 超曲面の孤立特異点に沿った対数的ベクトル場と応用
3. 学会等名 日本数式処理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Ohara and S. Tajima
2. 発表標題 An algorithm for computing Grothendieck local residues II
3. 学会等名 Applications of Computer Algebra 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Tajima and K. Nabeshima
2. 発表標題 An effective method for computing Grothendieck point residues
3. 学会等名 Applications of Computer Algebra 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Nabeshima and S. Tajima
2. 発表標題 Computation methods of b-functions associated with mu-constant deformations -case of inner modality 2-
3. 学会等名 Applications of Computer Algebra 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田島慎一
2. 発表標題 An algorithm for computing generic Le numbers
3. 学会等名 トポロジーとコンピュータ2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田島慎一
2. 発表標題 Computing $\text{Ann}(f^s)$ via generalized integral dependence relations
3. 学会等名 代数解析の諸問題
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田島慎一
2. 発表標題 An algorithm for computing kappa invariants
3. 学会等名 可微分写像の特異点論を用いたトポロジー・微分幾何学の研究
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鍋島克輔, 田島慎一
2. 発表標題 Testing zero-dimensionality of a parametric ideal in a local ring
3. 学会等名 Computer Algebra - Theory and its Applications
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 照井章, 小原功任, 田島慎一
2. 発表標題 最小消去多項式候補を用いた逆行列の計算
3. 学会等名 Computer Algebra - Theory and its Applications
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田島慎一
2. 発表標題 Local cohomologyと特異点の複素解析
3. 学会等名 応用特異点論ラボ・セミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田島慎一
2. 発表標題 対数的ベクトル場とCamacho-Sad指数
3. 学会等名 接触構造, 特異点, 微分方程式及びその周辺
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田島慎一
2. 発表標題 孤立特異点を持つ超曲面のtorsion微分形式と対数的微分形式
3. 学会等名 代数解析学の諸問題
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鍋島克輔, 田島慎一
2. 発表標題 genericな一次関数のブルース・ロバート・ミルナー数について
3. 学会等名 日本数学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鍋島克輔, 田島慎一
2. 発表標題 Chern-Schwartz-MacPherson classの計算法について
3. 学会等名 日本数学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鍋島克輔, 田島慎一
2. 発表標題 イデアル商を用いた点での多様体の次元判定
3. 学会等名 Risa/Asir Conference
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田島慎一
2. 発表標題 Jordan-Chevalley 分解と非線形力学系について
3. 学会等名 Risa/Asir Conference
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
研究分担者	小原 功任 (Ohara Katsuyoshi) (00313635)	金沢大学・数物科学系・教授 (13301)	
研究分担者	鍋島 克輔 (Nabeshima Katsusuke) (00572629)	東京理科大学・理学部・准教授 (16101)	
研究分担者	梅田 陽子 (Umeta Yoko) (90606386)	城西大学・理学部・准教授 (32403)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究 分 担 者	渋田 敬史 (Shibuta Takafumi) (40648200)	九州産業大学・理工学部・講師 (37102)	

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0件

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