

令和 6 年 5 月 23 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2019～2023

課題番号：19H00636

研究課題名(和文) Floer 理論とシンプレクティック構造、接触構造の研究

研究課題名(英文) Studies on Floer theory and symplectic, contact structures

研究代表者

小野 薫 (Ono, Kaoru)

京都大学・数理解析研究所・教授

研究者番号：20204232

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 26,700,000 円

研究成果の概要(和文)：シンプレクティック構造について、多角的に研究を行った。(1) シンプレクティック orbifold 上のラグランジュ Floer 理論、(2) 倉西構造を用いた仮想的な基本類・基本鎖の一般論を著書にまとめ、具体的な場面で linear K-system, tree-like K-system の構成を toolkit として使える形に書いた(F000)。(3) Reeb 力学系に対する strong closing property の定式化とそれを示す判定法 (4) Fano Bott 多様体のトーリック構造の一意性 (5) フロント写像に関する新たな特徴付けやコフロント特異点の研究。

研究成果の学術的意義や社会的意義

幾何学での重要な対象はしばしば微分方程式の解として記述される。一見異なるが本質的に同じ解を同一視して得られる moduli 空間を研究することで、元の空間の様々な情報を得ることができる。研究代表者は 1990 年代中頃に深谷氏と倉西構造の理論を開発し、moduli 空間を扱ってきた。本研究計画のテーマの一つであるシンプレクティックオービフォルド上のラグランジュ Floer 理論は、その一つの発展である。シンプレクティック構造や接触構造は、様々な角度から研究されている幾何構造であるが、本研究計画では上記の moduli 空間を用いたもの、位相幾何学や力学系の観点からの研究などの成果を上げた。

研究成果の概要(英文)：We studied symplectic structures from various perspectives. (1) Lagrangian Floer theory on symplectic orbifolds, (2) a book on virtual fundamental cycles/chains via Kuranishi structure, construction of linear K-systems, tree-like K-systems in concrete situations, which can be used as toolkit, (3) the formulation of strong closing property for Reeb flows in any dimension and a criterion for a Reeb flow to enjoy the property, (4) the uniqueness of the toric structure on Fano Bott manifolds, (5) a new characterization of frontal maps, a new notion "cofrontal singularity", which is a dual notion of frontal singularity, and studies on its properties.

研究分野：幾何学

キーワード：シンプレクティック構造 接触構造 ラグランジュ部分多様体 正則曲線の理論 倉西構造 Floer 理論 オービフォルド

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景 シンプレクティック構造や接触構造の研究は、Gromov の擬正則曲線の理論や Floer 理論の整備、進化と共に応用面も強力に進められてきた。研究代表者は、この理論の進展に 1990 年代初頭から寄与してきた。特に深谷氏と開発した倉西構造の理論を駆使することで、Arnold 予想の Betti 数版の証明、flux 予想の証明、ラグランジュ Floer 理論の一般論の構築などに携わり、具体的にもトーリックケーラー多様体の場合の数々の成果も含めて応用面でも成果を挙げてきた。シンプレクティックオービフォルド上でのラグランジュ Floer 理論は、ラグランジアンがオービフォルドの特異点を含まない場合には Cho-Poddar による研究があったが、特異点を含む場合は手が付いていなかった。対角線集合のような基本的対象で、特異点を含むものがあるので、より一般的な場合の研究の必要性を感じていた。

2. 研究の目的 シンプレクティック構造について多角的な研究を目指し、具体的には次の目的があった。(1) シンプレクティックオービフォルド上でのラグランジュ Floer 理論の構築。(2) 倉西構造の理論に基づく仮想的な基本類・基本鎖の理論の普及に資するため、一般論を整理し詳しい解説を著書としてまとめる。また、具体的な場面での倉西構造の構成を様々な場面で適宜引用して用いることができるように与える。(3) Floer 理論の応用 (深谷圏、ルジャンドル部分多様体の SFT、スペクトル不変量、シンプレクティックホモロジー、基本群の情報を含めた Floer 理論など) (4) 具体的な多様体上のシンプレクティック構造や接触構造の研究 (5) ラグランジュ特異点論、ルジャンドル特異点論の新展開 (6) 数理物理学的なミラー対称性の研究

3. 研究の方法 通常は研究代表者、研究分担者がそれぞれの所属研究機関で研究を行い、必要に応じて連絡を取る。必要に応じて研究集会などへの出席や研究者交流を行い、成果の発表や研究課題に関する情報収集に努める。新型コロナウイルスの影響を受け、対面で直接研究交流をすることが困難であった時期が長く続いたが、オンラインでの議論や限られた人数での研究打ち合わせなどを行った。2022 年度途中くらいからは、海外の共同研究者と対面で議論ができるようになり、研究も進展した。国際研究集会 Pacific Rim Complex and Symplectic Geometry, Kyoto 2022 をハイブリッド形式で開催し、シンプレクティック幾何学や複素幾何学に関連した研究成果などの情報収集の機会を持った。

4. 研究成果 シンプレクティック構造の幾何学について、以下の研究を遂行した。

(1) シンプレクティック orbifold 上のラグランジュ Floer 理論については、dihedral twisted sector の概念を導入、フィルター付き A-無限大構造の構成に必要な moduli 空間の向きと符号の決め方、orbifold 間の射のなす etale groupoid の扱い方 (この部分は共同研究者の Bohui Chen 氏の寄与が大きい) など、理論を構成するために必要な材料を整えた。オービフォルド上の Gromov-Witten 理論は Weimin Chen, Yongbin Ruan の研究から始まるが、そこではオービフォルド間の射や twisted sector の考察が肝心であった。ラグランジュ Floer 理論の場合にもそれに相当することが必要となる。そこで、シンプレクティックオービフォルドの 2 つのコピーの (シンプレクティック構造は第 1 成分と第 2 成分で符号を逆にした) 直積の対角的ラグランジアンの場合に、オービフォルド Gromov-Witten 理論での twisted sector を参考に twisted sector の対応物を探り、dihedral twisted sector の概念に至った。Dihedral twisted sector やそれがラグランジュ Floer 理論の枠組みへの現れ方を Twisted sectors for Lagrangian Floer theory on Symplectic orbifolds (Bohui Chen, Kaoru Ono, Bai-Ling Wang) に纏めた。フィルター付き A-無限大構造の構成では、ラグランジュ Floer 理論でのラグランジュ部分多様体の Bott-Morse 的に交わる相対的スピン対するフィルター付き A-無限大双加群の構造の構成で現れる交叉上の局所系とそれを用いた正則写像の空間の向き付け局所系や、構造射の定義に現れる符号の議論を拡張することが必要となる。この部分はプレプリント Sing convention for filtered A_{∞} -operations in Bott-Morse case (Kaoru Ono) としてまとめた。

(2) 周期的ハミルトン系の周期解についての Andrei Pajitnov 氏と小野の共同研究をシンプレクティックアイソトピーでの類似を限られた場合ではあるが証明した。シンプレクティックアイソトピーの flux を変化させると、共通の Novikov 環を取れないため、直接比較することができないが、以前の小野の研究で、flux が近い時には、通常の Novikov 環より小さい係数環上で Floer-Novikov 複体を構成し、それらを用いて “Betti 数” が比較した。今回の研究ではそれを基本群の作用を込めて行うことが必要となる。この研究は Hong Van Le 氏と小野の共同研究による。

(3) 倉西構造による仮想的な基本類・基本鎖の理論について、一般論を深谷氏、Oh 氏、太田氏と小野の共著として Kuranishi Structures and Virtual Fundamental Chains (Springer, 2020 年刊行) を纏めた。また、以前の倉西構造の構成は、toolkit として使える形に書かれていなかったため、いくつかの簡略化もしながら、周期的ハミルトン系の Floer 理論の設定 (linear K-system), ラグランジュ部分多様体に境界を持つ正則円盤の安定写像によるコンパクト化の

moduli に対する tree like K-system それぞれについて論文として纏めた。

(4) 柘田幹也はトーリックポロジの創成期から分野をリードする多くの成果を挙げてきた。本研究計画期間には、単調シンプレクティック多様体がトーリック構造を持つ時、その一意性を問うた McDuff の問題は、トーリック Fano 多様体がコホモロジー環と第 1 Chern 類で区別されることを示せば良い。Unique toric structure on a Fano Bott manifold (Yunhyung Cho, Eunjeong Lee, Mikiya Masuda, Seonjeong Park) では、その観点から Fano Bott 多様体に対して解いた。

(5) ラグランジュ特異点論及びルジャンドル特異点論は永らく研究が続けられている重要なテーマである。石川剛郎は、ルジャンドル特異点論の波面集合を一般化したフロントル写像の特異点の新たな特徴付け Recognition Problem of Frontal Singularities (Goo Ishikawa)、論文 Cofrontal (Goo Ishikawa) フロントル特異点の自然な双対概念であるコフロントル特異点の定式化とその性質の解明した。また、Normal and tangent maps to frontals (Goo Ishikawa) では、フロントルに対して法写像と接写像を定義し、現れる特異点に関する分類結果を得た。

(6) 入江慶は、シンプレクティック・ホモロジーから定義されるシンプレクティック容量を、ユークリッド空間の余接束内の各ファイバーで凸な領域について、ループ空間のホモロジーを用いて計算する公式を得た。応用として、凸領域について、このシンプレクティック容量と Ekeland-Hofer-Zehnder 容量が一致することを、論文 Symplectic homology of fiberwise convex sets and homology of loop spaces (Kei Irie) において Abbondandolo-Kang とは独立に証明した。

(7) 以前に得られていた 3 次元 Reeb 力学系に対する閉補題の入江自身の証明を見直して、一般の Reeb 力学系に対して、strong closing property という性質を示すための (抽象的な) 判定法を定式化した。また、これを具体例に適用する第一歩として、シンプレクティック楕円体上の Reeb 力学系が strong closing property を満たすであろうという予想を提起した。Strong closing property of contact forms and action selecting functors (Kei Irie). なおこの予想は、海外の研究者たちにより解決された。

(8) Liouville 領域の S^1 -同変シンプレクティック・ホモロジーは、領域がトーラス作用を持つ場合は Morse 理論を用いて具体的な計算が可能と期待される、2 次元複素ベクトル空間内の星状領域の場合に、これを正確な予想として定式化し、基地の結果との整合性を確かめた (入江慶)。この予想の証明については進行中の課題である。

(9) 三松佳彦は、これまでに複素 3 変数孤立特異点の中で、単純楕円特異点とカスプ特異点の場合は Milnor fiber が Lefschetz fibration を許容することを見出していた。これが、Milnor fibration 全体に S^1 parametric にしかも Lagrangian fibration として実現することが分かった。応用として、「葉層 Lefschetz fibration」となることが示され、さらにこれらの特異点に付随するいわゆる Lawson 葉層が葉向シンプレクティック構造を許容することの別証明を得た。また、カスプ特異点の中で、特異点論における (拡張された) Arnold strange duality をなす対に関して、Milnor fiber 同士が Lefschetz fibration ごとに貼り合うことが分かり、これにより $K3$ 曲面の Lefschetz fibration つまり位相的楕円曲面の構造を strange duality をなす対の Milnor fibers が与えることが分かった。 $K3$ 曲面の格子による Arnold の strange duality の解釈よりも強く、また違った形で位相的な Milnor fiber による分解として新たな解釈を与えた。(三松佳彦、森淳秀、粕谷直彦、児玉大樹)

(10) 3 次元接触多様体に対する Chern-Hamilton 予想を自然に拡張した一般化 Chern-Hamilton 予想を解決した。すなわち、Reeb 流による計量の変形量をエネルギー汎関数とした時の臨界点が正確に測地型代数的 Anosov 流であることを示した。(Yoshihiko Mitsumatsu, Daniel Peralta-Salas, Radu Slobodeanu)

(11) 藁泉寺雅夫は、数理物理学的な Gromov-Witten 理論などの研究を進め、次の成果を得た。2 点付き CP^1 から重み付き射影空間 $P(1,1,1,3)$ への d 次擬写像のモジュライ空間を構成し、そのチャウ環を決定した。その結果を用いて、 $P(1,1,1,3)$ 内の $K3$ 曲面への擬写像に対応するモジュライ空間の交点数の母関数が楕円曲線の j 関数の逆関数に一致する事を証明した。Moduli space of quasimaps from P^1 with two marked points to $P(1,1,1,3)$ and j -invariant. (Masao Jinzenji, Hayato Saito) また、2 点付き CP^1 から CP^{N-1} への擬写像のモジュライ空間の理論を用いて CP^{N-1} 内の k 次超曲面の種数 0 の Gromov-Witten 不変量に関するミラー定理の幾何学的証明を与えた。Geometrical proof of generalized mirror transformation of projective hypersurfaces (Masao Jinzenji)

(12) 松下大介は、既約正則シンプレクティック多様体 X 上の直線束 L で X 上の全ての代数曲線との交点数が正である (strictly nef) ならば、 L は ample であろうという予想の証明の解決に向けた研究を行い、その筋道を講演で公開した。また、既約正則シンプレクティック多様体あるいは穏やかな特異点を許した X に対して、その上の直線束が X 上の全ての有理曲線との交点数が非負であれば、 X 上の全ての代数曲線との交点数が非負である (nef) ことも講演した。

(13) 石川卓は、倉西構造を用いた Symplectic Field Theory の構成で用いた方法を、Morse 関数の勾配流の軌道の moduli の場合に適用し、より多くの研究者にその議論 (貼り合わせの議論、滑らかな倉西構造の構成など) の解説にもなるように、Smooth Kuranishi structure of the space of Morse trajectories (Suguru Ishikawa) を著した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計22件（うち査読付論文 22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 Fukaya Kenji, Oh Yong-Geun, Ohta Hiroshi, Ono Kaoru	4. 巻 24
2. 論文標題 Construction of a linear K-system in Hamiltonian Floer theory	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Fixed Point Theory and Applications	6. 最初と最後の頁 1-110
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11784-022-00960-x	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 K. Fukaya, Y.-G. Oh, H. Ohta and K. Ono	4. 巻 -
2. 論文標題 Exponential decay estimate and smoothness of the moduli space of pseudoholomorphic curves	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Memoir of American Mathematical Society (accepted for publication)	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 Fukaya Kenji, Oh Yong-Geun, Ohta Hiroshi, Ono Kaoru	4. 巻 24
2. 論文標題 Construction of a linear K-system in Hamiltonian Floer theory	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Fixed Point Theory and Applications (published online)	6. 最初と最後の頁 110 pages
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11784-022-00960-x	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 K. Fukaya, Y.-G. Oh, H. Ohta and k. Ono	4. 巻 260-1254
2. 論文標題 Spectral invariants with bulk, quasi-morphisms and Lagrangian Floer theory	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Memoir of the American Mathematical Society	6. 最初と最後の頁 1 - 266
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/memo/1254	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 Fukaya Kenji, Oh Yong-Geun, Ohta Hiroshi, Ono Kaoru	4. 巻 442
2. 論文標題 Construction of Kuranishi structures on the moduli spaces of pseudo-holomorphic disks: II	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Advances in Mathematics	6. 最初と最後の頁 109561 ~ 109561
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.aim.2024.109561	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 Cho Yunhyung, Lee Eunjeong, Masuda Mikiya, Park Seonjeong	4. 巻 21
2. 論文標題 Unique toric structure on a Fano Bott manifold	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Symplectic Geometry	6. 最初と最後の頁 439 ~ 462
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4310/JSG.2023.v21.n3.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 Abe Takuro, Horiguchi Tatsuya, Masuda Mikiya, Murai Satoshi, Sato Takashi	4. 巻 2020
2. 論文標題 Hessenberg varieties and hyperplane arrangements	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal für die reine und angewandte Mathematik (Crelles Journal)	6. 最初と最後の頁 241 ~ 286
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1515/crelle-2018-0039	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 Masuda Mikiya, Sato Takashi	4. 巻 2024
2. 論文標題 Unicellular LLT polynomials and twins of regular semisimple Hessenberg varieties	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 International Mathematics Research Notices	6. 最初と最後の頁 964 ~ 996
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/imrn/rnac359	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 Ishikawa Goo	4. 巻 21
2. 論文標題 Recognition Problem of Frontal Singularities	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Singularities	6. 最初と最後の頁 149 - 166
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5427/jsing.2020.21i	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 Ishikawa Goo	4. 巻 60-4
2. 論文標題 Cofrontals	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 REVUE ROUMAINE DE MATH{¥' E}MATIQUES PURES ET APPLIQU{¥' E}ES	6. 最初と最後の頁 461-478
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 Ishikawa Goo	4. 巻 255
2. 論文標題 Normal and Tangent Maps to Frontals	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Mathematical Sciences	6. 最初と最後の頁 664 ~ 677
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10958-021-05403-5	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 Irie Kei	4. 巻 13
2. 論文標題 Chain level loop bracket and pseudo holomorphic disks	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Topology	6. 最初と最後の頁 870 ~ 938
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1112/topo.12140	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 Irie Kei	4. 巻 19
2. 論文標題 Equidistributed periodic orbits of SC^∞ -generic three-dimensional Reeb flows	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Symplectic Geometry	6. 最初と最後の頁 531 ~ 566
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4310/JSG.2021.v19.n3.a2	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 Irie Kei	4. 巻 61
2. 論文標題 Remarks about the C ⁻ -closing lemma for 3-dimensional Reeb flows	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Kyoto Journal of Mathematics	6. 最初と最後の頁 305 - 322
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1215/21562261-2021-0003	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 Irie Kei	4. 巻 24
2. 論文標題 Capacities of billiard tables and S^1 -equivariant loop space homology	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Fixed Point Theory and Applications	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/s11784-022-00952-x	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 Irie Kei	4. 巻 20
2. 論文標題 Symplectic homology of fiberwise convex sets and homology of loop spaces	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Symplectic Geometry	6. 最初と最後の頁 417 ~ 470
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4310/JSG.2022.v20.n2.a2	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 Irie Kei	4. 巻 26
2. 論文標題 Strong closing property of contact forms and action selecting functors	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Fixed Point Theory and Applications	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/s11784-024-01102-1	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 Jinzenji Masao, Kuwata Ken	4. 巻 35
2. 論文標題 Holomorphic vector field and topological sigma model on P^1 worldsheet	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Modern Physics A	6. 最初と最後の頁 2050192 ~ 2050192
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0217751X20501924	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 JINZENJI Masao, SAITO Hayato	4. 巻 73
2. 論文標題 Moduli space of quasimaps from \mathbb{P}^1 with two marked points to $\mathbb{P}(1,1,1,3)$ and S^1 -invariant	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the Mathematical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 995 - 1018
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2969/jmsj/83148314	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 Imanishi Shoichiro, Jinzenji Masao, Kuwata Ken	4. 巻 180
2. 論文標題 Evaluation of Euler number of complex Grassmann manifold $G(k,N)$ via Mathai-Quillen formalism	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Geometry and Physics	6. 最初と最後の頁 104623 ~ 104623
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.geomphys.2022.104623	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 Jinzenji Masao	4. 巻 34
2. 論文標題 Geometrical proof of generalized mirror transformation of projective hypersurfaces	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 International Journal of 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) 10.1142/S0129167X23500064	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 Ishikawa Suguru	4. 巻 61
2. 論文標題 Smooth Kuranishi structure of the space of Morse trajectories	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Kyoto Journal of Mathematics	6. 最初と最後の頁 231 -258
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1215/21562261-2021-0001	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24件 (うち招待講演 24件 / うち国際学会 22件)

1. 発表者名 Kaoru Ono
2. 発表標題 Orbifold Lagrangian Floer theory
3. 学会等名 Colloquium at Department of Mathematics, Seoul National University (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kaoru Ono
2. 発表標題 Orbifold Lagrangian Floer theory
3. 学会等名 online seminar in Trimester program at Institut Henri Poincare (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kaoru Ono
2. 発表標題 An approach to the construction of virtual fundamental cycles/chains with integer coefficients
3. 学会等名 Cohomology in algebra, geometry, physics and statistics (online), Institute of Mathematics, Czech Academy of Science (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kaoru Ono
2. 発表標題 Lagrangian Floer theory on symplectic orbifolds
3. 学会等名 Frontiers of Qualitative Symplectic and Contact Geometry, Institut Mittag-Leffler (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小野 薫
2. 発表標題 symplectic orbifold 上の Lagrange Floer 理論
3. 学会等名 幾何学シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kaoru Ono
2. 発表標題 Some topics in Lagrangian Floer theory
3. 学会等名 Geometry, Analysis, and Representation Theory of Lie groups, the University of Tokyo (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kaoru Ono
2. 発表標題 Floer-Novikov cohomology
3. 学会等名 IBS-CGP & MATRIX workshop on symplectic topology, MATRIX (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kaoru Ono
2. 発表標題 Floer-Novikov cohomology and applications
3. 学会等名 NCTS workshop on symplectic geometry, March 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kaoru Ono
2. 発表標題 Orbifold Lagrangian Floer theory
3. 学会等名 online seminar in Thematic trisemester program at Institut Henri Poincare (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kaoru Ono
2. 発表標題 An approach to the construction of virtual fundamental cycles/chains with integer coefficients
3. 学会等名 Cohomology in algebra, geometry, physics and statistics (online) Institut of Mathematics, Czech Academy of Science (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kaoru Ono
2. 発表標題 Twisted sectors in Lagrangian Floer theory
3. 学会等名 C [∞] -aspects in symplectic geometry and Hamiltonian Dynamics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kaoru Ono
2. 発表標題 Lagrangian Floer theory on symplectic orbifolds
3. 学会等名 The 5th Japan-China Geometry Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kaoru Ono
2. 発表標題 Lagrangian Floer theory
3. 学会等名 Morse Theory and its Applications, Confeence dedicated to Professor Sharko (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kaoru Ono
2. 発表標題 Floer cohomology and covering spaces
3. 学会等名 The third Pan Pacific International Conference on Topology and its Applications (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kaoru Ono
2. 発表標題 Orbifold Lagrangian Floer theory
3. 学会等名 International Workshop on Gromov-Witten theory, December 22, 2023, Sen Yat-sun University, Guangzhou, China (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kaoru Ono
2. 発表標題 On Floer-Novikov cohomology
3. 学会等名 Conference on Gauged Symplectic Invariants and Related Topics, Guangzhou Yingbin Hotel, hosted by Jinan University, December 25, 2023, Guangzhou, China (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kaoru Ono
2. 発表標題 Twisted sectors for Lagrangian Floer theory on symplectic orbifolds
3. 学会等名 Topology of 4-Manifolds and Related Topics - in honor of Jongil Park's 60th birthday, Ocean Suites Jeju Hotel, January 23, 2024, Korea. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Yoshihiko Mitsumatsu
2. 発表標題 Minicourse ``Lefschetz fibrations on Milnor fibres of cusp and simple elliptic singularities''
3. 学会等名 Thematic Semester on Symplectic Geometry and Poisson Geometry, MiniWorkshop(11 06-08) Univ. Federal Fluminense (Niteroi, Brazil) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshihiko Mitsumatsu
2. 発表標題 Lefschetz fibration on the Milnor fibers of simple elliptic and cusp singularities
3. 学会等名 AIM Workshop on Conformal symplectic structures, contact topology, and foliations (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshihiko Mitsumatsu
2. 発表標題 Lefschetz fibrations on the Milnor fibers of cusp singularities and applications
3. 学会等名 Workshop on the h-principle and beyond (IAS) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshihiko Mitsumatsu
2. 発表標題 Flat real analytic circle bundles and the Mather-Thurston map
3. 学会等名 36th Summer Topology Conference Vienna 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yoshihiko Mitsumatsu
2. 発表標題 Mather-Thurston Masp for real analytic flat circle bundles
3. 学会等名 Geometry & Topology, 31/Oct to 04/Nov - 2022 UFF - Niteroi, PUC - Rio, Brazil (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Daisuke Matsushita
2. 発表標題 Strictly nef divisor,
3. 学会等名 HyperKaehler quotients, singularities and quivers, Simons Center Geometry and Physics, NewYork, 2023 Feb. 3 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Daisuke Matsushita
2. 発表標題 On nefness criterion
3. 学会等名 HyperKaehler quotients, singularities and quivers, Simons Center Geometry and Physics, NewYork, 2023 Feb. 14 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 K. Fukaya, Y.-G. Oh, H. Ohta and K. Ono	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 638
3. 書名 Kuranishi structures and virtual fundamental chains	

〔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	石川 剛郎 (Ishikawa Goo) (50176161)	北海道大学・理学研究院・名誉教授 (10101)	

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	栢田 幹也 (Masuda Mikiya) (00143371)	大阪公立大学・大学院理学研究科・特任教授 (24405)	
研究分担者	入江 慶 (Irie Kei) (90645467)	京都大学・数理解析研究所・准教授 (14301)	
研究分担者	三松 佳彦 (Mitsumatsu Yoshihiko) (70190725)	中央大学・理工学部・教授 (32641)	
研究分担者	赤穂 まなぶ (Akaho Manabu) (30332935)	東京都立大学・理学研究科・准教授 (22604)	
研究分担者	秦泉寺 雅夫 (Jinzenji Masao) (20322795)	岡山大学・環境生命自然科学学域・教授 (15301)	
研究分担者	石川 卓 (Suguru Ishikawa) (70845742)	京都大学・数理解析研究所・助教 (14301)	
研究分担者	松下 大介 (Matsushita Daisuke) (90333591)	北海道大学・理学研究院・准教授 (10101)	
研究分担者	泉屋 周一 (Shyuichi Izumiya) (80127422)	北海道大学・理学研究院・名誉教授 (10101)	

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2件

国際研究集会 Geometry and Everything - Fukaya 60	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 Pacific Rim Complex and Symplectic Geometry Conference, Kyoto 2022	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			
オーストラリア	Australian National University			
中国	四川大学			
韓国	IBS Center for Geometry and Physics			
チェコ	Czech Academy of Science			
米国	Simons Center for Geometry and Physics			