

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：12701

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2023

課題番号：19K14526

研究課題名（和文）内在的な幾何構造の特異性とそのローレンツ時空の曲面・超曲面への応用

研究課題名（英文）Singularities of intrinsic geometric structures and applications to surfaces and hypersurfaces in Lorentzian spacetimes

研究代表者

本田 淳史（HONDA, Atsufumi）

横浜国立大学・大学院工学研究院・准教授

研究者番号：90708611

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、特異点や光的点を統一的に扱うために計量の特異点を研究し、その曲面や超曲面への応用を調べた。まず、混合型曲面の光的点における近似として考えられる光的曲面の特徴付けを、混合型曲面の光的点における不変量を用いて与えた。また、光的超曲面や、時間的点を含まない平均曲率零超曲面、勾配条件をみたす空間的平均曲率一定超曲面に対するBernstein型、特異点をもつ完備な光的波面の分類も得られた。さらに、特異点をもつ曲面の等長変形と曲線折りへの応用、特異点をもつ螺旋曲面のBour型等長変形定理、特異点をもつ閉曲線に対するFenchel型定理などの研究成果が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ガウス曲率一定曲面や平均曲率一定曲面は、建築物の構造設計等へ応用されている。そのようなある種の曲率条件を課した曲面には特異点が自然に現れる。その観点から近年、特異点をもつ曲面の理論が注目され、幅広く研究されている。さらに、ローレンツ多様体の平均曲率零曲面は相対論において重要な役割を果たすが、とくに平均曲率零混合型曲面において、第一基本形式がリーマン計量からローレンツ計量に型変化する現象は流体力学としての解釈もある。本研究の結果は純粋に幾何学の理論を追求したものであるが、その建築・物理学への応用も期待される。

研究成果の概要（英文）：In this study, in order to treat singularities of surfaces and lightlike points on mixed type surfaces in a unified way, degenerate points of metrics and their application to (hyper-)surfaces are investigated. First, as approximations of mixed type surfaces at lightlike points, we obtained a characterization of certain lightlike surfaces in terms of geometric invariants at lightlike points of mixed type surfaces. Moreover, we proved the Bernstein-type theorem for lightlike hypersurfaces, hypersurfaces of zero mean curvature without timelike points, spacelike hypersurfaces of constant mean curvature satisfying a gradient condition. We classified complete null wave fronts whose singular set is non-empty and compact. Furthermore, isometric deformations of surfaces with singularities and their application to curved foldings, a Bour-type isometric deformation theorem for helicoidal surfaces with singularities, and a Fenchel-type theorem for closed curves with singularities are obtained.

研究分野：微分幾何学

キーワード：曲面 超曲面 特異点 混合型曲面 光的点 幾何学的不変量 Bernstein型定理 等長変形

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

全平面で定義されたグラフで表されるような極小曲面は平面に限ることを主張する Bernstein の定理は、現代の微分幾何学の基礎をなす結果の 1 つである。しかし、ミンコフスキー時空の混合型曲面の場合には Bernstein 型の定理が成り立たないような反例が存在することが知られており、近年、時空内の混合型平均曲率零曲面が盛んに研究されている。とくに、混合型曲面の空間的領域と時間的領域の境界の点、光的点は誘導計量の特異点とみなされるが、平均曲率 0 とは限らない一般の混合型曲面の光的点の研究はあまりされていなかった。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、特異点を持つ曲面や混合型曲面を、計量の特異点という観点から統一的に取り扱うことができるような理論を確立することである。具体的な課題は、課題 (A):混合型曲面の光的点における不変量とその応用、課題 (B):光的超曲面の大域的性質と Bernstein 型定理、の 2 つである。

### 3. 研究の方法

課題 (A)「混合型曲面の光的点における不変量とその応用」については、写像の特異点の研究で用いられる手法を参考に、混合型曲面の光的点における挙動を調べる。とくに全臍的曲面などの標準的曲面との比較により混合型曲面を近似することで、混合型曲面の性質を調査する。課題 (B):「光的超曲面の大域的性質と Bernstein 型定理」については、光的超曲面に新たに完備性を導入し、「完備な光的超曲面は超平面に限る」というような Bernstein 型定理を示すことを目標とする。まずはミンコフスキー時空の場合に取り組む。その後、そのような完備な光的超曲面に対する Bernstein 型定理を、ミンコフスキー時空に限らず一般のローレンツ時空の場合にまで拡張できるかどうかを調べる。これらの試みが成功した際には、特異点を許容するような光的超曲面にまで適用できる完備性を導入し、それらの大域的理論の構築に挑む。また、研究代表者の研究動向をよく知る研究者らに研究相談・討議の機会をいただく。さらに、微分幾何学・特異点論の国内外の研究集会に参加・講演し、意見交換、研究討議を行う。

### 4. 研究成果

(1) A. Honda, Duality of singularities for flat surfaces in Euclidean space, *Journal of Singularities* 21 (2020), 132-148. DOI:10.5427/jsing.2020.21h

本論文では、3次元ユークリッド空間の接線曲面の共役を導入し、もしも接線曲面がツバメの尾を持つならば、その共役接線曲面はカスプ状交差帽子を持つことを示した。同様に、接線曲面がカスプ状  $S_1^+$  特異点を持てば、その共役はカスプ状蝶を持つ。カスプ状くちばしは自己双対性を有することも示し、平坦曲面に対する特異点の双対性を示した。また、共役の大域的な性質として、埋め込まれたエンドを持つ完備な平坦波面の共役は完備な平坦波面になりえないことを示した。

(2) A. Honda, K. Saji and K. Teramoto, Mixed type surfaces with bounded Gaussian curvature in three-dimensional Lorentzian manifolds, *Advances in Mathematics* 365 (2020), Article ID 107036, 46 pp. DOI: 10.1016/j.aim.2020.107036

ローレンツ多様体の連結な正則曲面で、空間的点、時間的点、光的点をすべて含むものを、混合型曲面という。その第一基本形式は符号が変化する計量であり、光的点はそのような計量の特異点とみなされる。本論文では、混合型曲面の非退化な光的点におけるガウス曲率の挙動を調べる。ガウス曲率の有界性を特徴づけるために、光的特異曲率や光的法曲率などの様々な光的点の不変量を導入する。さらに、Pelletier, Steller の結果を用いることで、有界なガウス曲率を持つ混合型曲面に対するガウスボンネ型公式を得た。

(3) A. Honda, K. Naokawa, K. Saji, M. Umehara and K. Yamada, Cuspidal edges with the same first fundamental forms along a knot, *Journal of Knot Theory and Its Ramifications* 29 (2020), Article ID 2050047, 16 pp. DOI:10.1142/S0218216520500479

以前の研究において、同じ第一基本形式と特異値集合を持つような実解析的かつジェネリックなカスプ辺の芽の数は 4 以下であることを示していた。本論文では、特異値集合が結び目の場合には、同じ第一基本形式と特異値集合を持つような実解析的かつカスプ辺が、一般の状況においては、非加算無限個存在することを示した。

(4) S. Akamine, A. Honda, M. Umehara and K. Yamada, Null hypersurfaces in Lorentzian manifolds with the null energy condition, *Journal of Geometry and Physics* 155 (2020), Article ID 103751, 6 pp. DOI:10.1016/j.geomphys.2020.103751

ローレンツ多様体の光的超曲面の第一基本形式は距離関数を誘導しないため、完備性の概念を定められない。本論文では、光的超曲面に光的完備性を導入する。その応用として、光的測地的完備であり退化エネ

ルギー条件を満たすローレンツ多様体に固有にはめ込まれた光的超曲面は全測地的であることを示す。この結果はローレンツ・ミンコフスキー空間の光的超曲面に対する Bernstein 型定理も導く。

(5) A. Honda, K. Naokawa, K. Saji, M. Umehara and K. Yamada, Duality on generalized cuspidal edges preserving singular set images and first fundamental forms, *Journal of Singularities* 22 (2020), 59-91. DOI:10.5427/jsing.2020.22e

本論文では、与えられた第一種 Kossowski 計量の芽を第一基本形式に持ち、与えられた空間曲線の芽を特異値集合に持つようなカスプ辺の芽が高々4つであることを、実解析的かつジェネリックな場合に示した。さらに、そのようなカスプ辺の芽が4つであるための必要十分条件は、予め与えた Kossowski 計量が対称性を持たないことであることを示した。また、そのようなカスプ辺の合同類の個数の分類も与えた。

(6) A. Honda, K. Naokawa, K. Saji, M. Umehara and K. Yamada, Curved foldings with common creases and crease patterns, *Advances in Applied Mathematics* 121 (2020), Article ID 102083, 10 pp. DOI:10.1016/j.aam.2020.102083

本論文では、あらかじめ紙に書いておいた曲線に沿って紙を折り、与えられた空間曲線に沿うような折り方が高々4つであることを示した。先行研究において、そのような折り方のうち、2つは知られていたが、4つであることを指摘したのは本論文がはじめてである。さらに、それら4つが互いに合同でないような例が存在することも示した。

(7) A. Honda, K. Naokawa, M. Umehara and K. Yamada, Isometric deformations of wave fronts at non-degenerate singular points, *Hiroshima Mathematical Journal* 50 (2020), 269-312. DOI:10.32917/hmj/1607396490

波面の第一基本形式は Kossowski 計量と呼ばれる半正定値計量のクラスに属する。Kossowski は実解析的な Kossowski 計量の非放物特異点での芽は波面の第一基本形式の芽として実現されることを示した (Kossowski の実現定理)。本論文では、Kossowski の実現定理を接続接束の観点からの解釈を紹介する。さらに、その改良として、与えられた Kossowski 計量がカスプ辺や、ツバメの尾、カスプ状交差帽子の第一基本形式として実現されるための判定法を与える。

(8) S. Akamine, A. Honda, M. Umehara and K. Yamada, Bernstein-type theorem for zero mean curvature hypersurfaces without time-like points in Lorentz-Minkowski space, *Bulletin of the Brazilian Mathematical Society, New Series* 52 (2020), 175-181. DOI:10.1007/s00574-020-00196-8

Calabi と Cheng-Yau による Bernstein 型定理は、ローレンツ・ミンコフスキー空間の超平面全域において定義された平均曲率零グラフで空間的点のみを許容するものは超平面に限ることを主張する。本論文では、光的線分定理を用いることで、ローレンツ・ミンコフスキー空間の超平面全域において定義された平均曲率零グラフで時間的点を許容しないものは超平面に限ることを示す。これは Bernstein 型定理の改良を与える。

(9) A. Honda, Y. Kawakami, M. Koiso, and S. Tori, Heinz-type mean curvature estimates in Lorentz-Minkowski space, *Revista Matemática Complutense* 34 (2021), 641-651. DOI:10.1007/s13163-020-00373-9

Bernstein の定理は、3次元ユークリッド空間の平面全域で定義された極小グラフは平面に限ることを主張する。Heinz は平均曲率に関する不等式を用いて Bernstein の定理を平均曲率一定グラフに拡張した。本論文では、一般次元のローレンツ・ミンコフスキー空間のグラフに対する Heinz 型不等式を示し、その応用として、ガウス写像の増大度のオーダーの制限の下で Calabi-Cheng-Yau による Bernstein 型定理を平均曲率一定グラフに拡張した。

(10) A. Honda, S. Izumiya, K. Saji, and K. Teramoto, Geometry of lightlike locus on mixed type surfaces in Lorentz-Minkowski 3-space from a contact viewpoint, *Tsukuba Journal of Mathematics* 45 (2021), 51-68. DOI:10.21099/tkbjm/20214501051

3次元ローレンツ・ミンコフスキー空間の曲面は一般に混合型曲面である。本論文では、混合型曲面上の光的点集合の像の局所的な微分幾何学的性質を調べた。光的点集合の像で与えられる空間曲線に沿ったフレーム場を定義し、それを用いて、光的点集合の像に沿った曲面の光的近似とみなすことができる光的点集合の像に沿った2つの光的曲面を定義した。これらの光的曲面の特異点と光的点集合の微分幾何学的性質の関係を調べた。また、2つの光的近似曲面の交差曲線についても考察し、光的点集合の像のモデル曲線を与えた。

(11) A. Honda, K. Naokawa, K. Saji, M. Umehara and K. Yamada, A generalization of Zakalyukin's lemma, and symmetries of surface singularities, *Journal of Singularities* 25 (2022), 299-324. DOI:10.5427/jsing.2022.25m

Zakalyukin の補題は、あるジェネリックな仮定のもと、二つの波面の像が一致するならば、それらの波面の写像は定義域の座標変換を除いて一致することを主張する。本論文では、Zakalyukin の補題をフロントルへ拡張することである。その応用として、特異点をもつ曲面の対称性の分類を与える。

(12) A. Honda, K. Naokawa, K. Saji, M. Umehara and K. Yamada, On the existence of four or more curved foldings with common creases and crease patterns, *Beitrage zur Algebra und Geometrie* 63 (2022), 723-761. DOI:10.1007/s13366-021-00602-2

与えられた平面曲線  $c$  と空間曲線  $C$  に対し、平面の、その平面曲線  $c$  に沿った曲線折り  $P$  を考える。先行研究において、折り目が  $C$  であるような曲線折りは高々4つであることを示した。本研究では、それらの合同類の個数を分類した。平面曲線  $c$  と空間曲線  $C$  がどちらも対称性をもたなければ、合同類は4つである。さらに、合同類が4未満ならば1個もしくは2個であり、それぞれの必要十分条件を得た。

(13) A. Honda, K. Naokawa, K. Saji, M. Umehara and K. Yamada, Symmetries of cross caps, *Tohoku Mathematical Journal* 75 (2023), 131-141. DOI:10.2748/tmj.20211203

3次元ユークリッド空間の交差帽子は、Bruce-West による標準形により表されることが知られている。本論文では、その標準形のある種の一意性を示した。その応用として、交差帽子の持ちうる対称性の分類を与えた。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Honda Atsufumi, Naokawa Kosuke, Saji Kentaro, Umehara Masaaki, Yamada Kotaro	4. 巻 25
2. 論文標題 A generalization of Zakalyukin's lemma, and symmetries of surface singularities	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Singularities	6. 最初と最後の頁 299-324
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5427/jsing.2022.25m	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 Honda Atsufumi, Naokawa Kosuke, Saji Kentaro, Umehara Masaaki, Yamada Kotaro	4. 巻 75
2. 論文標題 Symmetries of cross caps	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Tohoku Mathematical Journal	6. 最初と最後の頁 131-141
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2748/tmj.20211203	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 Honda A., Naokawa K., Saji K., Umehara M., Yamada K.	4. 巻 63
2. 論文標題 On the existence of four or more curved foldings with common creases and crease patterns	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Beiträge zur Algebra und Geometrie / Contributions to Algebra and Geometry	6. 最初と最後の頁 723-761
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13366-021-00602-2	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 Honda Atsufumi, Izumiya Shyuichi, Saji Kentaro, Teramoto Keisuke	4. 巻 45
2. 論文標題 Geometry of lightlike locus on mixed type surfaces in Lorentz-Minkowski 3-space from a contact viewpoint	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Tsukuba Journal of Mathematics	6. 最初と最後の頁 51-68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21099/tkbjm/20214501051	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 Honda Atsufumi, Saji Kentaro, Teramoto Keisuke	4. 巻 365
2. 論文標題 Mixed type surfaces with bounded Gaussian curvature in three-dimensional Lorentzian manifolds	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advances in Mathematics	6. 最初と最後の頁 107036 ~ 107036
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.aim.2020.107036	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 Honda Atsufumi, Naokawa Kosuke, Saji Kentaro, Umehara Masaaki, Yamada Kotaro	4. 巻 29
2. 論文標題 Cuspidal edges with the same first fundamental forms along a knot	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Knot Theory and Its Ramifications	6. 最初と最後の頁 2050047 ~ 2050047
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0218216520500479	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 Akamine Shintaro, Honda Atsufumi, Umehara Masaaki, Yamada Kotaro	4. 巻 155
2. 論文標題 Null hypersurfaces in Lorentzian manifolds with the null energy condition	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Geometry and Physics	6. 最初と最後の頁 103751 ~ 103751
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.geomphys.2020.103751	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 Honda Atsufumi, Naokawa Kosuke, Saji Kentaro, Umehara Masaaki, Yamada Kotaro	4. 巻 22
2. 論文標題 Duality on generalized cuspidal edges preserving singular set images and first fundamental forms	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Singularities	6. 最初と最後の頁 59 ~ 91
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5427/jsing.2020.22e	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 Honda Atsufumi, Naokawa Kosuke, Saji Kentaro, Umehara Masaaki, Yamada Kotaro	4. 巻 121
2. 論文標題 Curved foldings with common creases and crease patterns	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advances in Applied Mathematics	6. 最初と最後の頁 102083 ~ 102083
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.aam.2020.102083	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 Honda Atsufumi, Naokawa Kosuke, Umehara Masaaki, Yamada Kotaro	4. 巻 50
2. 論文標題 Isometric deformations of wave fronts at non-degenerate singular points	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Hiroshima Mathematical Journal	6. 最初と最後の頁 269 ~ 312
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.32917/hmj/1607396490	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 Akamine Shintaro, Honda Atsufumi, Umehara Masaaki, Yamada Kotaro	4. 巻 52
2. 論文標題 Bernstein-Type Theorem for Zero Mean Curvature Hypersurfaces Without Time-like Points in Lorentz-Minkowski Space	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Bulletin of the Brazilian Mathematical Society, New Series	6. 最初と最後の頁 175 ~ 181
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00574-020-00196-8	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 Honda Atsufumi, Kawakami Yu, Koiso Miyuki, Tori Syunsuke	4. 巻 -
2. 論文標題 Heinz-type mean curvature estimates in Lorentz-Minkowski space	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Revista Matematica Complutense	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/s13163-020-00373-9	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 Atsufumi Honda	4. 巻 21
2. 論文標題 Duality of singularities for flat surfaces in Euclidean space	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Singularities	6. 最初と最後の頁 132-148
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5427/jsing.2020.21h	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 -

[学会発表] 計25件(うち招待講演 18件/うち国際学会 5件)

1. 発表者名 Atsufumi Honda
2. 発表標題 Singularity of spacelike mean curvature one surfaces in de Sitter space
3. 学会等名 Geometric Analysis: Past, Present and Future - Season 2 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 本田淳史
2. 発表標題 ド・ジッター空間の空間的平均曲率1曲面の特異点
3. 学会等名 部分多様体論と関連する幾何構造研究の深化と融合(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 本田淳史
2. 発表標題 ド・ジッター空間の空間的平均曲率1曲面の特異点
3. 学会等名 第68回幾何学シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 本田淳史
2. 発表標題 退化点を持つ計量の等長実現
3. 学会等名 擬リーマン多様体の幾何の諸相（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 本田淳史
2. 発表標題 特異点をもつ螺旋曲面に対する Bour の補題
3. 学会等名 横浜幾何学小研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Atsufumi Honda
2. 発表標題 Singularities and type-changes of spacelike CMC surfaces
3. 学会等名 Workshop on Differential Geometry and Geometric Analysis---Celebration of Professor Miyuki Koiso's Retirement---（招待講演） （国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 本田淳史，佐藤愛媛
2. 発表標題 ド・ジッター空間の空間的平均曲率1曲面における特異点の双対性
3. 学会等名 日本数学会 2021 年度年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 本田淳史
2. 発表標題 ド・ジッター空間の空間的平均曲率1曲面における特異点の双対性
3. 学会等名 幾何や自然科学に現れる特異点
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 本田淳史, 佐藤愛媛
2. 発表標題 ド・ジッター空間の空間的平均曲率1曲面における特異点の双対性
3. 学会等名 広島大学トポロジー・幾何セミナー (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 本田淳史
2. 発表標題 ローレンツ多様体内の光的点を持つ曲面の幾何
3. 学会等名 金沢大学数理学談話会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 本田淳史
2. 発表標題 3次元ローレンツ多様体内の有界なガウス曲率を持つ混合型曲面
3. 学会等名 神楽坂微分幾何学セミナー (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本田淳史
2. 発表標題 3次元ミンコフスキー空間内の空間的曲線に対する曲線論の基本定理
3. 学会等名 埼玉大学木曜セミナー（幾何）（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本田淳史
2. 発表標題 3次元ミンコフスキー空間内の空間的曲線に対する曲線論の基本定理
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 本田淳史
2. 発表標題 3次元ローレンツ多様体内の混合型曲面
3. 学会等名 筑波大学微分幾何学セミナー（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本田淳史
2. 発表標題 混合型曲面の幾何学
3. 学会等名 Submanifold theory in a wider sense (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本田淳史
2. 発表標題 光的点を持つ曲面の幾何学
3. 学会等名 第66回トポロジーシンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本田淳史
2. 発表標題 混合型計量を持つ多様体の局所等長埋め込みとその応用
3. 学会等名 埼玉大学木曜セミナー (幾何) (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本田淳史
2. 発表標題 混合型計量を持つ多様体の局所等長埋め込みとその応用
3. 学会等名 九大幾何学セミナー (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Atsufumi Honda
2. 発表標題 Mixed type surfaces in Lorentzian manifolds
3. 学会等名 Hyperplane Arrangements and Singularities (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本田淳史, 直川耕祐, 佐治健太郎, 梅原雅頭, 山田光太郎
2. 発表標題 特異値集合と第一基本形式を保つカस्प辺の双対性
3. 学会等名 日本数学会2020年度年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Atsufumi Honda
2. 発表標題 Fenchel's theorem for wave fronts
3. 学会等名 Workshop: Differential Geometry with Udo (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Atsufumi Honda
2. 発表標題 Intrinsic invariants of wave fronts
3. 学会等名 The 8th China-Japan Geometry Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 本田淳史
2. 発表標題 特異点をもつ螺旋曲面に対するBourの定理
3. 学会等名 九大幾何学セミナー (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 本田淳史
2. 発表標題 有限次退化特異点に対する Gauss-Bonnet の定理
3. 学会等名 北海道大学幾何学コロキウム (招待講演)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 本田淳史, 田中千紗, 山内優太
2. 発表標題 特異点をもつ閉曲線の絶対全曲率
3. 学会等名 日本数学会 2024 年度年会
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>研究者総覧  <a href="https://er-web.ynu.ac.jp/html/HONDA_Atsumi/ja.html">https://er-web.ynu.ac.jp/html/HONDA_Atsumi/ja.html</a></p> <p>researchmap  <a href="https://researchmap.jp/atsufumi">https://researchmap.jp/atsufumi</a></p> <p>Website of Atsumi Honda  <a href="https://sites.google.com/site/bentiannojeji/">https://sites.google.com/site/bentiannojeji/</a></p>
---

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1件

国際研究集会 Workshop on Surface Theory -UY60-	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
---------	---------