

令和 5 年 6 月 18 日現在

機関番号：62616

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K03919

研究課題名(和文) Goldreich-Kylafis効果による星間磁場の測定

研究課題名(英文) Measuring Interstellar Magnetic Field with Goldreich-Kylafis Effect

研究代表者

富阪 幸治 (Tomisaka, Kohji)

国立天文台・科学研究部・名誉教授

研究者番号：70183879

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：星形成過程での磁場変化を観測的に明らかにすることを目的とした。星間磁場の形状は磁場に整列した星間ダストからの熱輻射の直線偏光と、磁場中の星間分子輝線の直線偏光である Goldreich-Kylafis(GK)効果をも測ることで、磁場形状の解明に迫ることを目標とした。フィラメント状磁気雲の平衡形状を、気体の状態方程式を変えて調べた。等温に比べ高密度で低温となる方が観測される密度分布によく合った。熱輻射の偏光パターンを予測し、高い中心密度を持つ磁気フィラメントで実現される、中心に引き絞られた磁場形状が観測により対応していた。モンテカルロ法によるGK効果の偏光の計算方法の概略を確定した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

星形成における磁場の役割を明らかにするため、偏光(偏光度、偏光面、偏光強度)予測シミュレーションをいくつかの天体現象について行った。力学的釣り合いシミュレーションや動的収縮シミュレーションの結果を偏光予測シミュレーションすることで、どのような3次元磁場形状が(使用するモデルの範囲内ではあるが)観測される2次元偏光諸量の分布を説明するのかを明らかにすることができるようになった。偏光観測を天体に存在する磁場の測定に結びつけるための強力な方法論を手にしたことになる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to explore the magnetic field changes during the star formation. The shape of the interstellar magnetic field is determined by measuring the linear polarization of thermal radiation from interstellar dust aligned with the magnetic field and the Goldreich-Kylafis (GK) effect, which is the linear polarization of interstellar molecular emission lines in the magnetic field.

The equilibrium shape of the magnetic interstellar filament was investigated with changing the equation of state of the gas. Gas with negative polytropic index fitted the observed density distribution better than the isothermal gas. Predicting the polarization pattern of thermal radiation, the magnetic field squeezed toward the center whose profile is realized by magnetic filaments with high center density corresponded to the observations.

We have established an outline of the calculation method for the polarization of the GK effect.

研究分野：宇宙物理学

キーワード：星間磁場 フィラメント状分子雲 磁気静水圧平衡 分子雲衝突 非局所熱平衡 Goldreich-Kylafis効果 フィラメント衝突 観測的可視化

1. 研究開始当初の背景

星間雲から星への進化過程において星間磁場が様々な役割を果たすことが知られている。周囲から星への質量降着、原始星周囲からの質量放出や角運動量の外部への輸送などに磁場が関わっていることが想定されている。

星間磁場強度に関しては分子輝線のゼーマン効果の測定で得られる場合もあるが、磁場の走行の様子から Davis-Chandrasekhar-Fermi 法と呼ばれるモデル的、間接的な方法で得られる事が多い。これらには、2 で述べる偏光観測が必要であるが、ALMA 望遠鏡等の干渉計による高解像度観測でも、近年、偏光（電波領域の偏光を偏波と呼ぶがここでは偏光で統一しておく）観測が志向されるようになり、磁場の解明が進む条件が整ってきた。

しかし、観測される偏光のパターンが、どのような（3次元的な）磁場分布に対応しているのかは決して自明ではなく、前者と後者とを変換する方法論が必要であった。

2. 研究の目的

星形成における磁場の役割を理解するためには、星間磁場の強度や配位についての観測が欠かせない。磁場の配位については、星間磁場の方向にその短軸が整列した非対称ダスト起源の直線偏光、星間磁場中の分子が発する分子輝線の直線偏光（Goldreich-Kylafis 効果）などを観測することで調査される。しかし、観測されるこれらの直線偏光は、視線方向に重なったダスト、分子ガスからの寄与が重ね合わさったもの（輻射輸送の効果）として観測される。それには、お互いに直行する振動面の偏光成分が視線方向に重なって消偏光するなど、偏光に特有の現象も含まれる。観測される偏光分布から星間磁場の配位を明らかにするにはこの輻射輸送の効果を取り除く必要がある。本研究では、星形成過程の動的、力学平衡シミュレーション結果に輻射輸送計算を後処理する事で偏光パターンを予測し、観測予測と実際の観測との比較から磁場の配位を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

一つは、Goldreich-Kylafis 効果を取り込んだ偏光に対応するモンテカルロ法を用いた非局所熱平衡輻射輸送計算法を開発し、これを用いて、星形成過程で実現する磁場配位を対象として、分子輝線の直線偏光での観測予測をする方法を考えた。

もう一つは、星形成領域の星間磁場に整列したダストが発する熱輻射を光学的に薄い仮定の元で輻射輸送を解いて観測予測することで、連続スペクトルの直線偏光の観測予測をする方法を考えた。

前者については、非局所熱平衡輻射輸送計算法の開発につとめた。後者については、現在、分子雲で起こる星形成過程の基本構造（ユニット）と考えられているフィラメント状磁気雲の構造・進化を調べ、そこで実現される磁場構造を観測予測シミュレーションすることで、3次元の磁場構造と観測される偏光パターンの関係を明らかにする方法をとった。力学釣り合いのもとにある無限に長い磁気フィラメントの構造を構築し、それを観測予測計算する。また、フィラメント状磁気雲いくつかを結合するハブで星形成が起こるといふ観測例を説明する為、フィラメント状磁気雲の衝突過程について磁気流体力学進化を調べる。

4. 研究成果

(1) Goldreich-Kylafis 効果のモンテカルロ法非局所熱平衡輻射輸送計算法については、定式化は終了した。実用的なコードとして動かすには至らなかった。これは、磁気量子数と2つの振動面をもつ2種の偏光光子の相互作用が煩雑であるのと、詳細釣り合いを解くのに必要な行列反転が大次元であるためである。そのため、磁場に整列したダスト起源の熱輻射の観測予測の方に注力した。

- (2) 近年注目を集めている磁場をもつ星間フィラメントの力学構造とその観測的特徴について検討した (Kashiwagi & Tomisaka 2021)。星間ガスを等温および、密度上昇とともに低温化する状態方程式の場合について静水平衡解を調べた。等温に比べ後者の状態方程式がフィラメント内部で観測される半径方向の密度分布をよりうまく説明する結果が得られた。つまり、フィラメント状分子雲ではフィラメントに垂直に磁場が観測される。フィラメントの短軸方向の密度分布は中心からの距離 r の 2.2~2.4 乗に逆比例することが観測される ($r^{-2.4\sim-2.2}$)。この分布は、等温ガスの静水圧平衡に対して計算すると $r^{-4.86}$ が得られるが、圧力 P が $P^{2/3}$ のようになっている負のポリトロプ指数 $N=-3$ を持つポリトロピックガスの場合は、密度が距離の 2.48 乗に反比例する結果 $r^{-2.48}$ が得られ、観測をよりうまく説明できることがわかった。
- (3) 観測される偏光パターンについてフィラメント状分子雲を様々な方向の視線から見た結果をすでに調査していたが (Tomisaka 2015, ApJ, 801, 11(11pp))、星形成の兆候のないフィラメント (NGC1333) に対する JCMT 望遠鏡波長 850 μm による観測 (Doi, ..., Tomisaka, et al. 2020) と比較した。偏波強度 (PI) の半径方向の広がり、全強度 (I) のそれよりも狭いという特徴的な偏光パターンをこの天体で見出した (Doi, Tomisaka, et al. 2021)。磁場への整列は密度上昇とともに悪くなることが想定され、偏波強度が全強度より中心集中する機構は不明であった。ダスト熱放射の偏光予測シミュレーションにより、これが、高い中心密度を持つ磁気フィラメントで実現される、中心に引き絞られた磁場形状に対応して生じることを見出した。
- (4) 孤立した星形成領域である L1521F に対して JCMT 望遠鏡で波長 450 μm 、850 μm の偏光観測が行われ 1500au スケールで偏光面が 90 度変化することが見出された (図 1 左、Fukaya, ..., Tomisaka, et al. 2023)。星間雲の収縮を計算する磁気流体力学的シミュレーションと、磁場に整列したダストからの熱放射の偏光予測シミュレーションを行うことで、初期に磁場と回転がほぼ直交 ($\theta=85$ 度) した回転磁気星間雲が収縮した結果 (図 1 中)、観測に一致する偏光パターンが再現できる (図 1 右) ことがわかった。
- (5) 磁場を持った 2 本の同一フィラメントが正面衝突する過程を磁気流体力学シミュレーションで調べ、衝突により合体したフィラメントが磁氣的に超臨界となることが星形成の条件となる結果を得た (柏木、岩崎、富阪 2022, 日本天文学会 2022 年秋季年会)。つまり、貫く磁束、等温音速 c_s 、外圧 P_{ext} で決まる重力に抗して力学釣り合いを保てる最大線質量 $\mu_{\text{cr}}(\mu, c_s, P_{\text{ext}})$ が知られているが (Tomisaka 2015)、衝突した 2 本のフィラメントの合計線質量 2 がこの最大線質量を超えるとフィラメントが半径方向に重力収縮することが明らかになった。

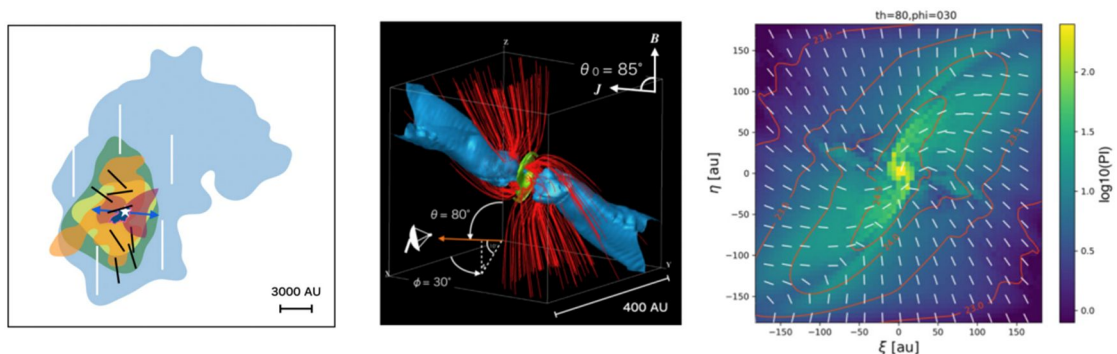


図 1 : (左) 孤立した星形成領域 L1521F で測定された偏光の B ベクトルの向き。中心から 3000au 程度離れた領域は南北、北東-南西向き、より中心では東西向きの構造が JCMT 望遠鏡で見つかった (黒色バー)。(中) 磁場と回転の方向がほぼ直交する初期の回転磁気星間雲から収縮した中心部の磁場 (赤) と擬円盤 (青) の構造。(右) 磁場に整列したダストからの熱放射の観測される偏光の B ベクトルの向き (バー)、偏光強度 (カラー) 分布。

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 15件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 Tahani Mehrnoosh, Bastien Pierre, Furuya Ray S., Pattle Kate, Johnstone Doug, ..., Tomisaka Kohji, ...	4. 巻 944
2. 論文標題 JCMT BISTRO Observations: Magnetic Field Morphology of Bubbles Associated with NGC 6334	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 139 ~ 139
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/acac81	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 該当する
1. 著者名 Fukaya Sakiko, Shinnaga Hiroko, Furuya Ray S, Tomisaka Kohji, Machida Masahiro N, Harada Naoto	4. 巻 75
2. 論文標題 Twisted magnetic field in star formation processes of L1521 F revealed by submillimeter dual-band polarimetry using the James Clerk Maxwell Telescope	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 120 ~ 127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psac094	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 Ching Tao-Chung, Qiu Keping, Li Di, Ren Zhiyuan, Lai Shih-Ping, ..., Tomisaka Kohji, ...	4. 巻 941
2. 論文標題 The JCMT BISTRO-2 Survey: Magnetic Fields of the Massive DR21 Filament	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 122 ~ 122
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac9dfb	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 該当する
1. 著者名 Hwang Jihye, Kim Jongsoo, Pattle Kate, Lee Chang Won, Koch Patrick M., Johnstone Doug, Tomisaka Kohji, ...	4. 巻 941
2. 論文標題 The JCMT BISTRO Survey: A Spiral Magnetic Field in a Hub-filament Structure, Monoceros R2	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 51 ~ 51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac99e0	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 該当する

1. 著者名 Kashiwagi Raiga, Tomisaka Kohji	4. 巻 911
2. 論文標題 Magnetohydrostatic Equilibrium Structure and Mass of Polytropic Filamentary Cloud Threaded by Lateral Magnetic Field	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 106 ~ 106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/abea7a	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 Eswaraiah Chakali, Li Di, Furuya Ray S., Hasegawa Tetsuo, Ward-Thompson Derek, ..., Tomisaka Kohji, ...全145名	4. 巻 912
2. 論文標題 The JCMT BISTRO Survey: Revealing the Diverse Magnetic Field Morphologies in Taurus Dense Cores with Sensitive Submillimeter Polarimetry	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L27 ~ L27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/abeb1c	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 該当する

1. 著者名 Matsushita Yuko, Takahashi Satoko, Ishii Shun, Tomisaka Kohji, Ho Paul T. P., Carpenter John M., Machida Masahiro N.	4. 巻 916
2. 論文標題 Super-fast Rotation in the OMC 2/FIR 6b Jet	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 23 ~ 23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac069f	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 Lyo A-Ran, Kim Jongsoo, Sadavoy Sarah, Johnstone Doug, Berry David, ..., Tomisaka Kohji, ...、全150名	4. 巻 918
2. 論文標題 The JCMT BISTRO Survey: An 850/450 μ m Polarization Study of NGC 20711R in Orion B	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 85 ~ 85
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac0ce9	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 該当する

1. 著者名 Doi Yasuo, Tomisaka Kohji, Hasegawa Tetsuo, Coude Simon, Arzoumanian Doris、...全36名	4. 巻 923
2. 論文標題 The JCMT BISTRO Survey: Evidence for Pinched Magnetic Fields in Quiescent Filaments of NGC 1333	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L9 ~ L9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/ac3cc1	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 該当する

1. 著者名 Kwon Woojin, Pattle Kate, Sadavoy Sarah, Hull Charles L. H., Johnstone Doug、...、Tomisaka Kohji、...、全152名	4. 巻 926
2. 論文標題 B-fields in Star-forming Region Observations (BISTRO): Magnetic Fields in the Filamentary Structures of Serpens Main	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 163 ~ 163
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac4bbe	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 該当する

1. 著者名 Kawashima Tomohisa, Ishiguro Seiji, Moritaka Toseo, Horiuchi Ritoku, Tomisaka Kohji	4. 巻 928
2. 論文標題 Mushroom-instability-driven Magnetic Reconnections in Collisionless Relativistic Jets	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 62 ~ 62
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac5591	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 Arzoumanian D., 他、including Tomisaka K.	4. 巻 647
2. 論文標題 Dust polarized emission observations of NGC 6334	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Astronomy & Astrophysics	6. 最初と最後の頁 A78 ~ A78
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/0004-6361/202038624	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 Ngoc Nguyen Bich、他、including Kohji Tomisaka	4. 巻 908
2. 論文標題 Observations of Magnetic Fields Surrounding LkH 101 Taken by the BISTRO Survey with JCMT-POL-2	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 10 ~ 10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/abd0fc	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 Kandori Ryo, Tamura Motohide, Saito Masao, Tomisaka Kohji, Matsumoto Tomoaki, Tazaki Ryo, Nagata Tetsuya, Kusakabe Nobuhiko, Nakajima Yasushi, Kwon Jungmi, Nagayama Takahiro, Tatematsu Ken'ichi	4. 巻 900
2. 論文標題 Distortion of Magnetic Fields in the Dense Core SL 42 (CrA-E) in the Corona Australis Molecular Cloud Complex	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 20 ~ 20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/abaab3	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 該当する

1. 著者名 Doi Yasuo、他、including Tomisaka Kohji	4. 巻 899
2. 論文標題 The JCMT BISTRO Survey: Magnetic Fields Associated with a Network of Filaments in NGC 1333	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 28 ~ 28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aba1e2	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 Sai Jinshi, Ohashi Nagayoshi, Saigo Kazuya, Matsumoto Tomoaki, Aso Yusuke, Takakuwa Shigehisa, Aikawa Yuri, Kurose Ippei, Yen Hsi-Wei, Tomisaka Kohji, Tomida Kengo, Machida Masahiro N.	4. 巻 893
2. 論文標題 Disk Structure around the Class I Protostar L1489 IRS Revealed by ALMA: A Warped-disk System	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 51 ~ 51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab8065	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 Hanawa Tomoyuki、Kudoh Takahiro、Tomisaka Kohji	4. 巻 14
2. 論文標題 Fragmentation of a Filamentary Cloud Threaded by Perpendicular Magnetic Field	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the International Astronomical Union	6. 最初と最後の頁 105 ~ 105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S1743921319003600	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 Kandori Ryo、Tamura Motohide、Saito Masao、Tomisaka Kohji、Matsumoto Tomoaki、Kusakabe Nobuhiko、Kwon Jungmi、Nagayama Takahiro、Nagata Tetsuya、Tazaki Ryo、Tatematsu Ken'ichi	4. 巻 72
2. 論文標題 Distortion of magnetic fields in Barnard 68	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 8(1 ~ 17)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psz127	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 Hanawa Tomoyuki、Kudoh Takahiro、Tomisaka Kohji	4. 巻 881
2. 論文標題 Fragmentation of a Filamentary Cloud Permeated by a Perpendicular Magnetic Field. II. Dependence on the Initial Density Profile	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 97 ~ 97
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab2d26	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 Coude Simon、Bastien Pierre、Houde Martin、Sadavoy Sarah、... Tomisaka Kohji、...、The B-fields In STar-forming Regions Observations (BISTRO) Collaboration	4. 巻 877
2. 論文標題 The JCMT BISTRO Survey: The Magnetic Field of the Barnard 1 Star-forming Region	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 88 ~ 88
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab1b23	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 Liu Junhao, Qiu Keping, Berry David, Di Francesco James, ..., Tomisaka Kohji, ...	4. 巻 877
2. 論文標題 The JCMT BISTRO Survey: The Magnetic Field in the Starless Core Ophiuchus C	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 43 ~ 43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab0958	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 Wang Jia-Wei, Lai Shih-Ping, Eswaraiah Chakali, ..., Tomisaka Kohji, ...	4. 巻 876
2. 論文標題 JCMT BISTRO Survey: Magnetic Fields within the Hub-filament Structure in IC 5146	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 42 ~ 42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab13a2	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

[学会発表] 計20件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 古屋 玲、D. Arzoumanian、犬塚 修一郎、井上 剛志、岩崎 一成、...、富阪幸治、...
2. 発表標題 BISTRO Project Status (13)
3. 学会等名 日本天文学会2023年春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 古屋 玲、D. Arzoumanian、犬塚 修一郎、井上 剛志、岩崎 一成、...、富阪幸治、...
2. 発表標題 BISTRO Project Status (12)
3. 学会等名 日本天文学会2022年秋季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 柏木 頼我、岩崎 一成、富阪 幸治
2. 発表標題 磁場に貫かれたフィラメント状分子雲同士の衝突進化シミュレーション
3. 学会等名 日本天文学会2022年秋季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kohji Tomisaka
2. 発表標題 Visualization Simulation of Magnetic Field: Outflow, Filaments, and Polarization
3. 学会等名 East Asia Numerical Astrophysics Meeting 9 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 土井靖生, Jungmi Kwon, 富阪幸治, 長谷川哲夫, Doris Arzoumanian, 島尻芳人, 田村元秀, 松村雅文, 古屋玲, 犬塚修一郎, 他 BISTRO チーム
2. 発表標題 星形成領域 NGC 1333 の磁場構造 III
3. 学会等名 日本天文学会 2022 年春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 深谷紗希子, 新永浩子, 古屋玲, 町田正博, 原田直人, 富阪幸治
2. 発表標題 JCMT 2 波長偏波観測で見えてきた分子雲コア L1521F の星形成の現場
3. 学会等名 日本天文学会 2022 年春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松下祐子, 高橋智子, 石井俊, 富阪幸治, Paul Ho, John Carpenter, 町田正博
2. 発表標題 OMC-2/FIR 6b からの高速回転ジェットの駆動
3. 学会等名 日本天文学会 2021 年秋季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kohji Tomisaka
2. 発表標題 Polarimetry Observational Visualization: Molecular Outflow and Filaments
3. 学会等名 Astronomical Polarimetry 2020 New Era of Multi-Wavelength Polarimetry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 富阪幸治
2. 発表標題 星形成を巡るいくつかの問題
3. 学会等名 第33回 理論懇シンポジウム 「理論天文学・宇宙物理学のブレイクスルー」(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 富阪幸治
2. 発表標題 星形成における磁場の役割
3. 学会等名 国立天文台研究集会「(サブ)ミリ波単一鏡の革新で挑む, 天文学の未解決問題」(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長谷川哲夫(国立天文台)、他31名、富阪幸治を含む
2. 発表標題 BISTRO Project Status (9)
3. 学会等名 日本天文学会 2021 年春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 深谷紗希子, 新永浩子 (鹿児島大学), 古屋玲 (徳島大学), 町田正博 (九州大学), 富阪幸治 (国立天文台)
2. 発表標題 サブミリ波を用いたおうし座分子雲コア L1521 F における磁場構造の観測的 研究
3. 学会等名 日本天文学会 2021 年春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柏木頼我 (国立天文台/総合研究大学院大学), 富阪幸治 (国立天文台/総合研究大学院大学)
2. 発表標題 磁場に貫かれたフィラメント状分子雲の平衡状態における温度勾配の影響
3. 学会等名 日本天文学会 2020 年秋季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松下祐子, 高橋智子, 石井駿, 富阪幸治 (国立天文台), 町田正博 (九州大学)
2. 発表標題 オリオン大星雲 2 Class0 天体 FIR6c から駆動するアウトフローの CO, SiO 分 子輝線から探る構造
3. 学会等名 日本天文学会 2020 年秋季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 工藤哲洋（長崎大），花輪知幸（千葉大），富阪幸治（国立天文台）
2. 発表標題 磁場に貫かれたフィラメント状分子雲でのコア形成：落下速度の非等方性
3. 学会等名 日本天文学会 2020 年春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 柏木頼我（国立天文台/総合研究大学院大学），富阪幸治（国立天文台/総合研究大学院大学）
2. 発表標題 磁場に貫かれたフィラメント状分子雲の平衡解:ポリティロピック指数の効果
3. 学会等名 日本天文学会 2020 年春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 神島亮（ABC），富阪幸治，齋藤正雄，立松健一（国立天文台），田崎亮（東北大学），田村元秀，日下部展彦（ABC），長田哲也（京都大学），中島康（一橋大学），Jungmi Kwon（東京大学），松本倫明（法政大学），永山貴宏（鹿児島大学），IRSF/SIRPOL チーム
2. 発表標題 分子雲コアの砂時計型磁場：凍結磁場モデルとコア形成の初期条件について
3. 学会等名 日本天文学会 2020 年春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松下祐子（九州大学），高橋智子，富阪幸治（国立天文台），町田正博（九州大学）
2. 発表標題 OMC-2 における新たな Extremely High Velocity Flow の発見
3. 学会等名 日本天文学会2019年秋季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古屋 玲, D. Arzoumanian, 犬塚 修一郎, 井上 剛志, ..., 富阪 幸治, ...他, BISTRO Consortium
2. 発表標題 BISTRO: 星形成領域における 450 μm 帯ダスト熱放射偏波撮像マップ (2)
3. 学会等名 日本天文学会2019年秋季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 工藤哲洋 (長崎大), 花輪知幸 (千葉大), 富阪幸治 (国立天文台)
2. 発表標題 磁場に貫かれたフィラメント状分子雲でのコア形成: 両極性拡散の効果
3. 学会等名 日本天文学会2019年秋季年会
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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------