

令和 5 年 6 月 22 日現在

機関番号：34506

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19H01910

研究課題名(和文) 高速で飛翔する暗黒物質と太陽系外起源流星の探索

研究課題名(英文) Search for Fast Moving Dark Matter Candidates and Interstellar Meteoroids

研究代表者

梶野 文義 (Kajino, Fumiyo)

甲南大学・自然科学研究科・特別研究員

研究者番号：50204392

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、大気中を高速で飛翔するマクロ暗黒物質と太陽系外を起源とする流星体を探索することにより「我々の宇宙は一体何から出来ているのか？」を明らかにする糸口を見つけることにある。このために本研究では超高感度CMOSカメラを組み込んだ装置を5台製作し、日本国内と米国ユタ州にそれらを設置して、遠隔で1年以上にわたり連続観測した。この結果、非常に多くの群流星や散在流星などを観測することができた。これらのデータを解析して、軌跡の明るさや速度などを求め、マクロ暗黒物質および太陽系外を起源とする流星体の存在について予備的な結果を得た。また、このような装置がこれらの探索に非常に有効であることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、マクロ暗黒物質粒子と太陽系外起源流星体(星間粒子)の未開拓の質量領域を新しい探索方法で実施し、予備的な結果を得た。暗黒物質は宇宙論、粒子物理学および宇宙物理学的要請から、その存在の可能性は高く、宇宙の構造と進化の理解のため学術的意義は極めて大きい。一方、太陽系外起源流星体(星間粒子)は我々のすぐ近くの星間領域と遠方の惑星系の両方について天体の形成と進化の理解のための貴重な情報を得ることができ学術的意義が大きい。これらの研究は、地球外生命の存在など、人類の宇宙への関心を高め、科学への興味を高めることができ、その過程で得られる知識や技術は様々な分野に応用できるので社会的意義は大きい。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to find clues to reveal "what our universe is made of" by searching for macro dark matters flying at high speed through the atmosphere and meteoroids originating from outside the solar system. For this purpose, we built five instruments with highly sensitive CMOS cameras and installed them in Japan and Utah, U.S.A., and observed them remotely continuously for more than one year. As a result, we were able to observe a very large number of meteor showers and sporadic meteors. These data were analyzed to determine the brightness and velocity of the trajectories, and preliminary results were obtained on the existence of macro dark matters and meteoroids originating from outside the solar system. We also showed that the instrument of this concept is very effective for these searches.

研究分野：宇宙線物理学

キーワード：暗黒物質 Nuclearite 星間流星体 流星体 macro dark matter

1. 研究開始当初の背景

本研究は「マクロ暗黒物質」と「太陽系外起源流星体」の探索を実施する研究であり、その背景は以下のようになっている。

① 暗黒物質(Dark matter)

1970年代から銀河の回転速度や銀河の速度分散、さらに、銀河団と重力レンズ、宇宙背景輻射など、様々な観測から暗黒物質はその存在が強く示唆されてきた。最近の研究によると、宇宙全体に既知の通常物質が占める割合はたった 4.9%しかなく、残りは暗黒物質 26.8%と暗黒エネルギー68.3%が占めている。このように、我々の宇宙の大部分は何からできているのか現在でもよくわかっていない。暗黒物質は宇宙の大規模構造など宇宙の形成に非常に密接に関わっている。また、様々な観測や実験にもかかわらず、暗黒物質の正体は未だ不明である。暗黒物質の候補として、バリオン物質か非バリオン物質かに大別できる。バリオン物質候補には、星や惑星、さらに MACHO と呼ばれるブラックホール、中性子星、白色矮星などがある。非バリオン物質候補には、アキシオンや超対称性粒子がある。多くの超対称性理論は非常に弱くしか相互作用をしない重い粒子(WIMPS)の存在を予言している。このため WIMPS やアキシオンは有望な暗黒物質の候補として、世界中で多くの検出実験が試みられてきたが、未だその片鱗は現れていない。非標準的な(exotic) 模型には安定で大きな質量を持つ粒子の存在を予言するものがある。アップ(u)、ダウン(d)、ストレンジ(s)の各クォークがほぼ等量から構成される核は、通常の u と d からなる原子核よりエネルギー的に安定になると考えられ、これをストレンジクォーク体(SQM)と呼び、そのサイズは通常の重い原子核から中性子星まで取り得る。(図 1) マクロサイズのストレンジクォーク体が電子を捕獲し電氣的に中性化したものを Nuclearite と呼んでいる。SQM や Nuclearite のかたまりは宇宙開闢の時期や中性子星やクォーク星同士の衝突などでできると考えられている。また、中性子星やクォーク星の構造には各種のモデルが存在している。

運動する質量の大きい Nuclearite は、物質と原子的な衝突で連続的に運動エネルギーを損失する。銀河回転速度を持ち $10^{-14}g$ を超える質量の Nuclearite は地球大気を貫通し、0.1g より大きい質量になると地球を貫通できるようになる。このような Nuclearite が大気を通過すると、流星のように、その飛跡に沿って熱的に可視光を発光する。これまでにいくつかの実験で SQM や Nuclearite のようなマクロ暗黒物質(マクロ DM)のフラックスの上限が求められている。しかし、世界各地の地震計を使って地震波を解析した実験結果では、地球を貫通する Nuclearite または SQM と解釈しても矛盾しないイベント(質量:数トン、サイズ:約 $20\mu m$)があったことが報告されている。

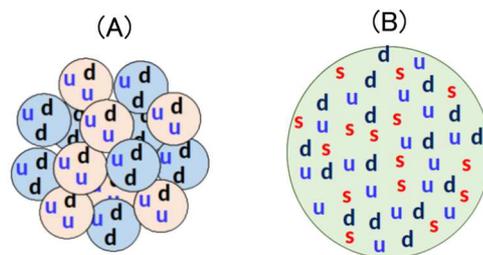


図 1: (A)通常の原子核と (B)ストレンジクォーク体。u, d, s はクォークの種類を表している。

2) 太陽系外起源流星体 (Interstellar meteoroids)

地球には流星体と呼ばれる小さな惑星空間固体粒子が数多く入射していて、これらの大部分は地表には届かず、流星として観測されている。それらが摩擦熱で発光するとともに、それらによって励起されたイオンの脱励起により可視光や紫外線が放射される。近年の流星電波観測や人工衛星に搭載した粒子検出器により太陽系脱出速度(約 30km/s)や銀河回転速度(220 km/s)を超える微粒子が観測されている。このような微粒子は主として恒星の放射圧によって加速されると考えられるが、超新星残骸などで作られたという説もあり、まだどこで作られてどこから来ているのかはよくわかっていない。質量が $10^{-7} kg$ を超える流星体についてはまだその存在が実験的に確立していない。さらに、太陽系の位置における銀河系脱出速度(約 300km/s)を超えるような流星があるかどうかにも注目されている。銀河系外起源の流星が見つければ、それは暗黒物質の一候補となり得るかも知れない。

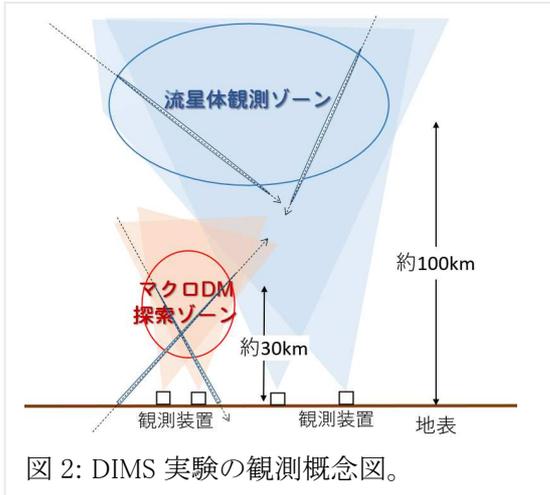
大気中での流星体の発光量にはある高度にピークがあるのに対して、Nuclearite の発光量はその質量や大気密度に依存し、発光高度も違うという大きな違いがあるので両者の区別が容易にできる。本研究で太陽系の成り立ちについて大きな進展が望める可能性がある。

2. 研究の目的

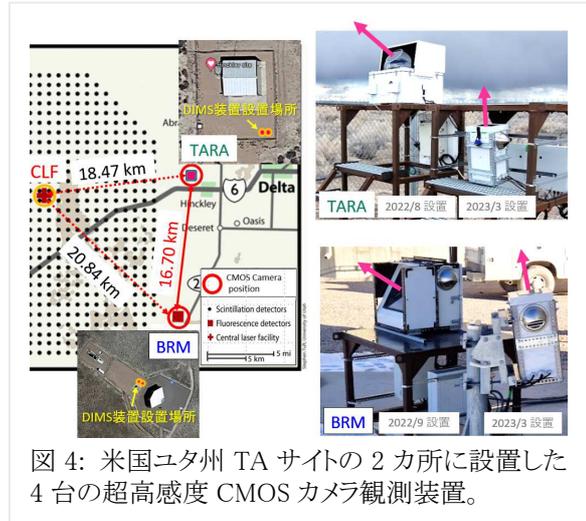
本研究の目的はマクロサイズの暗黒物質(マクロ暗黒物質)の候補の一つである Nuclearite や SQM、および太陽系外を起源とする流星体の探索により「我々の宇宙は一体何から出来ているのか?」を明らかにする糸口を見つけることにある。

本研究は、天文学・惑星科学・宇宙論・素粒子物理学・原子核物理学などの学問分野に関係し、宇宙の構造と進化の理解、粒子物理学の基本原理解明、太陽系の起源と進化の解明などに資する重要な研究であり大きな意義をもっている。

3. 研究の方法



本研究では複数の超高感度 CMOS カメラを高速のビデオモードで対象物を撮像し、その軌跡を立体的に捉えることにより、対象物の速度や到来方向、発光量、質量などを求める。本研究名を DIMS (Dark Matter and Interstellar Meteoroid Study) と呼び、日・米・伊・ポーランド・スロバキア・韓の 6 各国、37 名の共同研究者からなる共同研究として実施した。本研究による観測概念図を図 2 に示す。流星の発光高度は約 100 km であるが、6g の質量の Nuclearite の有効発光高度は約 30km 以下である。また、そのような質量をもった Nuclearite は地球を貫通できるので流星と違って下から上に向かうような軌跡もあり得るので、そのような場合は明確な候補事象となる可能性がある。



高速で大気中を飛行する対象物体の発光量は非常に小さいと予測されるので、高感度な撮影装置が必要であり、その速度や到来方向を求めるには、2 台以上の装置を用いて動画でステレオ観測できる装置が必要である。このため我々は超高感度ビデオカメラ (Canon ME20F-SH) を内蔵した広視野 (約 $57^\circ \times 34^\circ$) の遠隔自動観測装置を開発した。カメラの ISO 感度はおおよそ 160 万、フレームレートは 30/s で使用し、事象のトリガーには UFOCapture を使用した。当初は米国ユタ州テレスコープアレイ宇宙線観測施設内の約 20km 離れた 4 カ所のステーションに撮像装置を設置し観測する予定であったが、2019 年から 2023 年まで世界的に蔓延した COVID-19 の影響を受けたので、まず図 3 のように日本国内の 3 カ所 (東京大学宇宙線研究所明野観測所、東京大学木曾観測所、信州大学) に設置・観測し、その後、図 4 のようにユタ州テレスコープアレイ宇宙線観測施設内の 16.7km 離れた 2 カ所に遠隔で観測できる装置を 4 台設置して連続観測を行ってきた。2022 年 3 月からは撮像データの収集状況や装置内外の温湿度の自動モニタリングソフトを開発・導入した。また、太陽光による給電システムも開発した。(D. Shinto, Proc. Sci., 2021)

本研究は科研費補助金としては 2023 年 3 月末までの研究となっていたが、COVID-19 の影響を受けユタへの装置設置が予定より遅れたので、十分な観測データ量を得るため、多くの国際的な共同研究者の協力を得ながら、研究を約 1 年間延長して観測やデータ解析等を継続している。

4. 研究成果

本研究でユタ州に設置した装置によって一晩に観測された流星等の合成画像を例を図 5 に示す。これには 1,700 個余りの非常に多くの流星などが明瞭に撮像出来ていることが分かる。飛跡の速度を求めるために、これらの事象は動画



で保存されている。

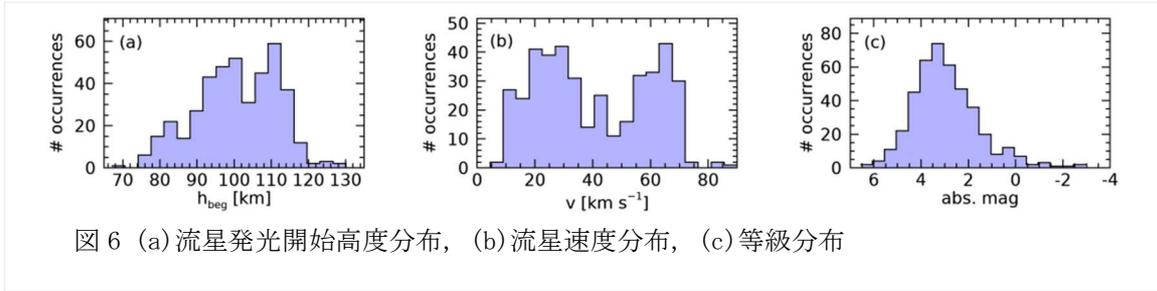


図 6 (a) 流星発光開始高度分布, (b) 流星速度分布, (c) 等級分布

2019 年夏にユタ州の 2 カ所で試験観測を行い、約 3,800 イベントを動画で撮影することにより、流星の発光開始高度、速度、等級などの基本量の分布を得た(図 6)。

さらにマクロ DM と太陽系外流星体の探索について予備的結果を得た(図 7, 図 8)。マクロ DM については、その質量-断面積の関係に制限が与えられる予備的結果を得た (D. Barghini et al., WGN Vol. 49, pp 173-180, 2021)。太陽系外起源流星体の割合についてはこれまでの他の観測結果と矛盾しない結果となった。図 8 の太陽系外起源流星体領域にある事象については誤差を正しく評価するために今後さらなる検討を行って行く予定である。(D. Barghini et al., IMC 2022)。

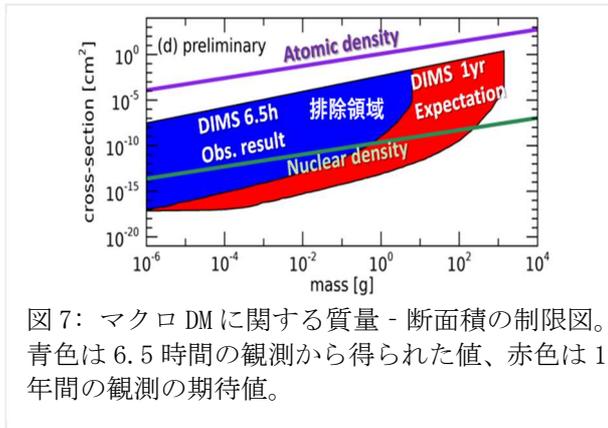


図 7: マクロ DM に関する質量 - 断面積の制限図。青色は 6.5 時間の観測から得られた値、赤色は 1 年間の観測の期待値。

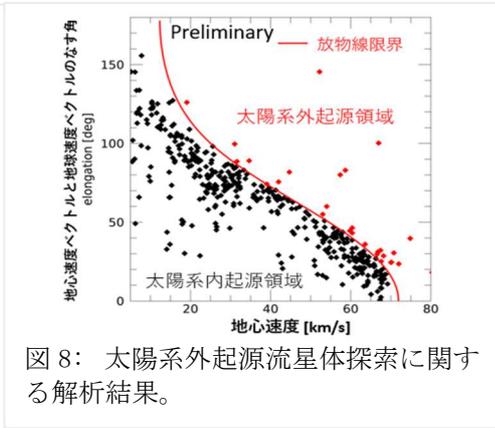


図 8: 太陽系外起源流星体探索に関する解析結果。

2022 年 5 月 27 日～10 月 3 日の間に木曾観測所で観測した 30,352 個、明野観測所で観測した 19,543 個の流星のうち、厳しい条件を満たす同時流星事象 793 個を立体構成した軌跡を図 9 に示す。これらの流星の飛跡は地上約 100km の高度にある。これらの飛跡情報から太陽系内における流星体の軌道を求め図 10 に示す。(K. Kikuchi, M. Endo et al., 木曾シュミットシンポジウム, 2023)。我々が観測している流星の質量領域の流星体はそのほとんどが太陽系内起源であることがこれまでに分かっている。今回の解析結果はそれとは矛盾しないものとなった。今回の観測では太陽系外起源流星体の領域に候補事象が数個残ったが、これらについても、今後誤差を正しく評価するためにさらなる検討を行って行く予定である。

今後、我々はさらに多くの観測データを用いて解析を進め最終結果を得る予定をしている。

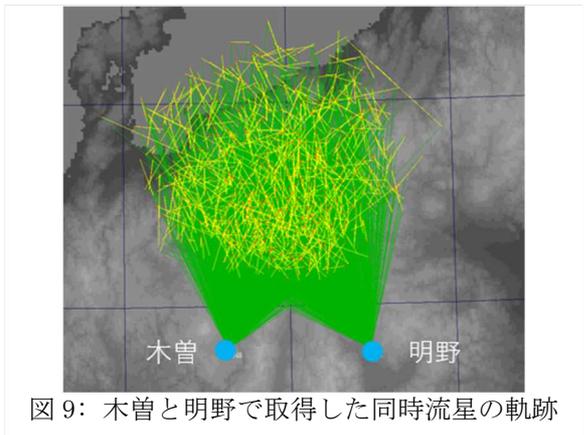


図 9: 木曾と明野で取得した同時流星の軌跡

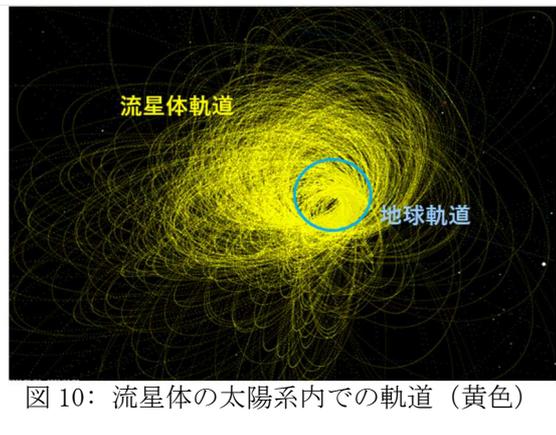


図 10: 流星体の太陽系内での軌道 (黄色)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 6件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 D. Barghini, S. Abe, M. E. Bertaina, M. Casolino, A. Cellino, C. Covault, T. Ebisuzaki, M. Endo, M. Fujioka, Y. Fujiwara, D. Gardiol, M. Hajdukova, M. Hasegawa, Y. Iwami, F. Kajino, M. Kasztelan, K. Kikuchi, S.-W. Kim, N. Kobayashi, M. Kojro, J. N. Matthews, M. Mori, Y. Mori et al.	4. 巻 -
2. 論文標題 Search for Interstellar Meteoroids with the DIMS Experiment	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the International Meteor Conference	6. 最初と最後の頁 152-155
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 該当する

1. 著者名 Kajino Fumiyoshi, Abe Shinsuke, Arahori Mizuho, Barghini Dario, Bertaina Mario Edoardo et al.	4. 巻 -
2. 論文標題 DIMS Experiment for Dark Matter and Interstellar Meteoroid Study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of Science	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） 10.22323/1.395.0554	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 該当する

1. 著者名 Barghini Dario, Valenti Simone, Abe Shinsuke, Arahori Mizuho, Bertaina Mario E. et al.	4. 巻 -
2. 論文標題 Characterization of the DIMS system based on astronomical meteor techniques for macroscopic dark matter search	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of Science	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） 10.22323/1.395.0500	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 該当する

1. 著者名 Shinto Daiki, Iwami Yugo, Fujioka Momoka, Tameda Yuichiro, Nadamoto Kaoru, Kajino Fumiyoshi, Shinozaki Kenji, DIMS Collaboration	4. 巻 -
2. 論文標題 Solar Power Supply and Environmental Control System for DIMS Experiment	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of Science	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） 10.22323/1.395.0502	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 該当する

1. 著者名 Barghini, D. ; Valenti, S. ; Abe, S. ; Arahori, M. ; Bertaina, M. E. ; Casolino, M. ; Cellino, A. ; Covault, C. ; Ebisuzaki, T. ; Endo, M. ; Fujioka, M. ; Fujiwara, Y. ; Gardiol, D. ; Hajdukova, M. ; Hasegawa, M. et al.	4. 巻 49
2. 論文標題 Meteor observation with the DIMS project: sensor calibration and first results	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 WGN, Journal of the International Meteor Organization	6. 最初と最後の頁 173-180
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 F. Kajino, I. Ide, R. Ide, Y. Tameda, K. Shinozaki, M.E. Bertaina, A. Cellino, M. Casolino, T. Ebisuzaki, Y. Takizawa, L. Piotrowski, H. Sagawa and J.N. Matthews	4. 巻 358
2. 論文標題 Study for Moving Nuclearites and Interstellar Meteoroids using High Sensitivity CMOS Camera	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of Science	6. 最初と最後の頁 525
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.22323/1.358.0525	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 該当する

[学会発表] 計24件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 K. Kikuchi, M. Endo, M. Hasegawa, S. Abe, D. Barghini, M. Bertaina, M. Casolino, A. Cellino, C. Covault, T. Ebisuzaki, M. Fujioka et al.
2. 発表標題 木曽観測所における高感度カメラを用いた流星の撮像・分光観測
3. 学会等名 木曽シュミットシンポジウム 2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Dario Barghini, Shinsuke Abe, Mizuho Arahori, Mario Edoardo Bertaina, Marco Casolino, Alberto Cellino, Corbin Covault, Toshikazu Ebisuzaki, Mirai Endo, Momoka Fujioka et al.
2. 発表標題 Search for Interstellar Meteors with the DIMS Experiment
3. 学会等名 International Meteor Conference (IMC 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 K. Kikuchi, M. Endo, M. Hasegawa, S. Abe, D. Barghini, M. Bertaina, M. Casolino, A. Cellino, C. Covault, T. Ebisuzaki, M. Fujioka et al.
2. 発表標題 Optical Performance Evaluation of DIMS Camera and Initial Observation
3. 学会等名 Meteoroids 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 S. Abe, D. Barghini, M. Bertaina, M. Casolino, A. Cellino, C. Covault, T. Ebisuzaki, M. Endo, M. Fujioka et al.
2. 発表標題 Status report: DIMS Meteor Observing Camera
3. 学会等名 木曾シュミットシンポジウム 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 梶野文義, 多米田裕一郎, 森瑞季, 岩見祐吾, 神藤大輝, 藤岡桃歌, Bertaina Mario, Valenti Simone, Barghini Dario, 篠崎健児, Vrabel Michal, Przybylak Marika, Casolino Marco 他
2. 発表標題 DIMS実験(高速飛翔暗黒物質と流星の探索)(6): 現状と今後の計画
3. 学会等名 日本物理学会 2022年秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 遠藤未頼, 菊池啓太, 長谷川まり, 阿部新助, 梶野文義他
2. 発表標題 高感度2点観測システムDIMSを用いた流星観測
3. 学会等名 日本惑星科学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 S. Abe, D. Barghini, M. Bertaina, M. Casolino, A. Cellino, C. Covault, T. Ebisuzaki, M. Endo, M. Fujioka et al.
2. 発表標題 DIMS Experiment
3. 学会等名 KASHIWA DARK MATTER SYMPOSIUM 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 梶野文義, 多米田裕一郎, 森瑞季, 岩見祐吾, 神藤大輝, 藤岡桃歌, Bertaina Mario, Valenti Simone, Barghini Dario, 篠崎健児, Vrabel Michal, Przybylak Marika, Casolino Marco 他
2. 発表標題 高感度CMOSカメラシステムによる高速飛翔暗黒物質と流星の探索
3. 学会等名 令和4年度 東京大学 宇宙線研究所 共同利用研究成果発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 梶野文義, 多米田裕一郎, 森瑞季, 岩見祐吾, 神藤大輝, 藤岡桃歌, Bertaina Mario, Valenti Simone, Barghini Dario, 篠崎健児, Vrabel Michal, Przybylak Marika, Casolino Marco 他
2. 発表標題 DIMS実験(高速飛翔暗黒物質と流星の探索)(7): 現状と今後の計画
3. 学会等名 日本物理学会 2023年春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Shinsuke Abe et al.
2. 発表標題 Faint meteor observation by DIMS and laboratory meteor spectroscopy
3. 学会等名 International Meteor Conference (IMC 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 梶野文義 他
2. 発表標題 DIMS実験(高速飛翔暗黒物質と流星の探索)(4) : 現状と今後の計画
3. 学会等名 日本物理学会 2021 年秋季大会, 2021/9/14-17
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 梶野文義 他
2. 発表標題 DIMS実験(高速飛翔暗黒物質と流星の探索)(5) : 現状と今後の計画
3. 学会等名 日本物理学会 第77回年次大会, 2022/3/15-19
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 D. Barghini et al.
2. 発表標題 The DIMS experiment for Dark Matter and Interstellar Meteoroid Study
3. 学会等名 KASHIWA DARK MATTER SYMPOSIUM 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 梶野文義
2. 発表標題 DIMS実験 : 高速飛翔するマクロサイズ暗黒物質と流星の探索
3. 学会等名 ダークマターの懇談会2020 online (darkONline2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 F. Kajino
2. 発表標題 DIMS Project for Dark Matter and Interstellar Meteoroid Study
3. 学会等名 The 2nd DIMS Workshop
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 篠崎健児
2. 発表標題 高感度CMOSカメラシステムによる高速飛翔暗黒物質と流星の探索
3. 学会等名 東京大学宇宙線研究所 共同利用研究成果発表会 (Online)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 梶野文義
2. 発表標題 DIMS実験(高速飛翔暗黒物質と流星の探索)(3) : 現状と今後の計画
3. 学会等名 2021年日本物理学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 F. Kajino
2. 発表標題 Study for Moving Nuclearites and Interstellar Meteoroids using High Sensitivity CMOS Camera
3. 学会等名 36th International Cosmic Ray Conference (ICRC2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梶野文義, 井手隆心, 井出郁央, 多米田裕一郎, 篠崎健児, Bertaina Mario, Casolino Marco, 戎崎俊一, Piotrowski Lech, 滝澤慶之, 佐川宏行, Matthews John 他
2. 発表標題 高感度CMOSカメラシステムによる高速飛翔暗黒物質と流星の探索
3. 学会等名 日本物理学会秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梶野文義, 井手隆心, 井出郁央, 荒堀瑞穂, 多田沙知子, 灘本薫, 篠崎健児, M. Bertaina, A. Cellino, 多米田裕一郎, 岩見祐吾, M. Casolino, 戎崎俊一, 滝澤慶之, L. Piotrowski, 佐川宏行, J. Matthews
2. 発表標題 高感度CMOSカメラによる太陽系外起源流星と暗黒物質候補物質の探索計画
3. 学会等名 第60回 名古屋流星会議
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井手隆心, 井出郁央, 梶野文義, 多米田裕一郎, 篠崎健児, M. Bertaina, A. Cellino, M. Casolino, 戎崎俊一, 滝澤慶之, L. Piotrowski, 佐川宏行, J.N. Matthews
2. 発表標題 高感度CMOSカメラによる太陽系外起源流星観測のための観測装置と予備観測結果
3. 学会等名 第60回 名古屋流星会議
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 F. Kajino
2. 発表標題 DIMS - Dark Matter and Interstellar Meteoroid Study
3. 学会等名 Japanese and Italian Seminars on Cosmic Radiation and Interdisciplinary Space Science (JISCRISS-2) (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井手隆心, 荒堀瑞穂, 多田沙知子, 灘本薫, 梶野文義, 岩見祐吾, 多米田裕一郎, 篠崎健児, Bertaina Mario, Casolino Marco, 戎崎俊一, Piotrowski Lech, 滝澤慶之, 佐川宏行, Matthews John, Cellino Alberto, 阿部新助, Lee Kwangho, Park II 他
2. 発表標題 DIMS実験(高速飛翔暗黒物質と流星の探索)(1): 現状と今後の計画
3. 学会等名 日本物理学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 F. Kajino
2. 発表標題 DIMS project
3. 学会等名 The 1st DIMS Workshop (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

DIMS Project http://aplab.konan-u.ac.jp/research/dims/index.html DIMS Project http://aplab.konan-u.ac.jp/research/dims/
--

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	多米田 裕一郎 (Tameda Yuichiro) (90467019)	大阪電気通信大学・工学部・准教授 (34412)	

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 The 1st DIMS Workshop	開催年 2019年～2019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	University of Utah	Case Western Reserve University		
イタリア	University of Turin	Observatory of Turin		
ポーランド	National Center for Nuclear Research	University of Warsaw		
スロバキア	Slovak Academy of Sciences			
韓国	Korea Astro. and Space Science Inst.	Sungkyunkwan University		