

令和 4 年 6 月 13 日現在

機関番号：82645

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2017～2021

課題番号：17H01136

研究課題名（和文）先進技術とエキゾチック原子法の融合による超高感度反粒子宇宙線観測の推進

研究課題名（英文）Highly sensitive observation of cosmic-ray antiparticles using novel technologies and exotic-atom physics

研究代表者

福家 英之（Fuke, Hideyuki）

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所・准教授

研究者番号：10392820

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 33,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、宇宙線中に微量に含まれる反粒子（とりわけ未発見の反重陽子）の高感度探索を通じてダークマター等の初期宇宙物理の課題に迫ることを最終目的とする。

本研究ではエキゾチック原子の崩壊過程を利用した新しい粒子識別手法に基づく反粒子宇宙線観測計画「GAPS」の測定器開発を進め、計画を推進した。測定器の中核を担うシリコン検出器や、多数のシリコン検出器を一括かつ軽量・低消費電力で冷却するヒートパイプのシステムの開発に成功し、実寸モデルやスケールモデルを用いた評価試験によってシステムレベルでの性能を確認した。

本研究により、南極気球を用いたGAPS観測に向けて準備を整えることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ダークマターの解明は現代の宇宙物理学・素粒子物理学における喫緊の重要課題の一つである。ダークマターの解明には多角的な研究が求められており、本研究で推進するGAPS実験計画は宇宙線反重陽子という新しい手掛かりを開拓することで他実験とは異なる視点からダークマターの正体に迫る重要な知見を提供できる。

観測実現のために開発した半導体検出器やヒートパイプ冷却システムは他の宇宙線観測実験のみならず放射線医療やエコ住宅建築など他分野にも応用可能な新規技術である。

研究成果の概要（英文）：Development of General Anti-Particle Spectrometer (GAPS) has been carried out. GAPS is motivated to investigate the dark matter physics through unexplored highly sensitive observation of cosmic-ray antiparticles, including hitherto undiscovered antideuterons.

In preparation for the Antarctic balloon flights, key technologies such as lithium-drifted silicon detectors and heat-pipe cooling system have been developed. Using their engineering models as well as the flight models, their fundamental performances have been verified at the system level. These achievements successfully concluded the GAPS preparation phase toward the Antarctic-balloon science flights.

研究分野：数物系科学

キーワード：宇宙線 暗黒物質 反粒子 反物質 エキゾチック原子 測定器開発 気球実験 先端機能デバイス

1. 研究開始当初の背景

暗黒物質(DM)は宇宙における質量の大半を占め、その解明は現代の宇宙物理学・素粒子物理学における喫緊の重要課題である。DMとして有力なのは通常の物質と殆ど相互作用をせず質量を持つ粒子 WIMP (Weakly Interacting Massive Particle)であり、超対称性(SUSY)や余次元など標準理論を超えた新しい物理に伴う様々なDMモデルが理論的に提唱されている。DM解明の学術的重要性に呼応して様々なDMモデルが提唱され、また、様々な実験アプローチが世界中でなされている。どの実験手法も単独でDMモデルを1つに特定できるわけではなく、またどの実験も単独で全てのDMモデルを探ることはできない。DMの特定のためには多角的な調査が不可欠である。

本研究では WIMP-DM 探索における未開拓のプロープである宇宙線反重陽子に着目し、その高感度探索によって多角的なDM研究の一翼を担う[1]。宇宙線反重陽子は未発見ながら様々な理論モデルにてDMの対消滅や崩壊から生成される可能性があり、極微ながらも検出可能な量が存在しているという予測論文が数多く発表されている。図1に例を示すとおり、DM起源の反重陽子のエネルギースペクトルは0.1 GeV/nucleon オーダーの低エネルギー領域に極大を持つと予想される。一方、他の宇宙線種と同様に反重陽子も宇宙線物理学的なバックグラウンドとして二次・高次の起源(宇宙線と星間物質との衝突起源)が存在しうが、その流束は生成の運動学により低エネルギー域で抑制される。そのため、0.1 GeV/n付近では宇宙線衝突起源の影響を殆ど受けずにDM起源を直接検出できる可能性がある。この言わばバックグラウンドフリーである点が宇宙線反重陽子の大きな利点であり、他の宇宙線種を用いる間接探索実験がバックグラウンドからの僅かな過剰信号を見出そうとしているのとは質的に異なる。従来は不定性が大きかった反重陽子の生成確率の理論計算も近年の加速器実験での人工生成例の急増によって精度が高まっている。従って、0.1 GeV/n領域に1イベントでも宇宙線反重陽子が観測されればDMなど未知の起源の存在を強く示唆する証拠となり、逆に観測されずともDMモデルに大きな制約を課すことができる[2]。理論パラメータ空間にて反重陽子で探査できる領域は直接探索実験やニュートリノ等による間接探索実験と相補的である[3]。

また、低エネルギー反陽子の高統計観測や低エネルギー反ヘリウムの高感度探索によってもDMなどの宇宙物理の諸課題に貢献できる[4,5]。

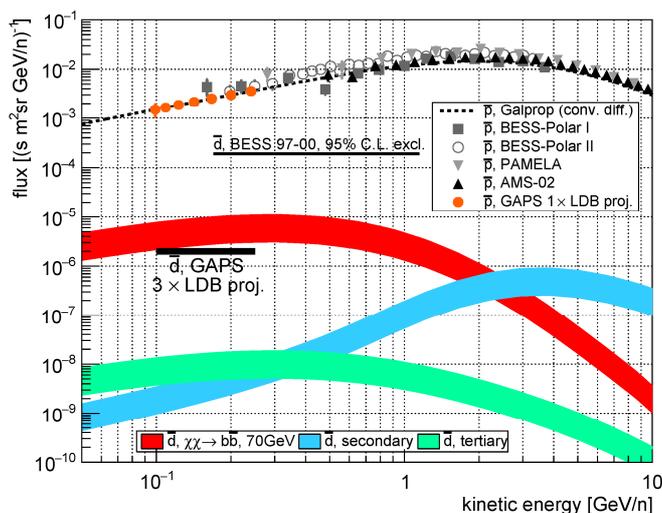


図1: 上側は反陽子, 下半分は反重陽子の大气頂上(TOA)でのエネルギー流束[2]。代表的なDMモデルから予測される反重陽子流束(赤)は100 MeV/n領域で二次・三次起源(水色・緑色)よりも数桁の過大が期待される。本研究で推進するGAPSの反重陽子探索感度は3回程度のフライト(1ヶ月間×3回の積算)によりBESS上限値[6]を約2桁上回り、DM探索に最適な100 MeV/n領域を世界最高感度で有意に探索できる。また、低エネルギー反陽子も世界最高統計で観測する(橙点)。

2. 研究の目的

本研究の目的は、宇宙線反粒子の高感度観測によるダークマター探索に向けて、国際共同実験計画 GAPS (General Anti-Particle Spectrometer) を推進することである。GAPS は反重陽子探索を主目標に掲げる初の実験計画であり、反重陽子をはじめとする宇宙線反粒子をかつてない

高感度で探索・観測することで、ダークマターの多角的な研究において他実験とは相補的かつ独自の一翼を担うことができる[1,2]。

3. 研究の方法

稀少な反粒子を高い感度で探索するため、GAPS 測定器には大きな面積立体角が求められる。そこで GAPS では、従来のマグネット型スペクトロメータ(磁場中での飛跡の曲率の正負で粒子・反粒子を判別)よりも低エネルギー宇宙線に対する透過性や面積立体角の大型化を比較的容易に実現できる手法として、エキゾチック原子を用いた新しい手法を導入する[7]。

GAPS 測定器(図 2)はリチウムドリフト型シリコン半導体検出器[Si(Li)]アレイとその周囲を二重に囲むプラスチックシンチレーションカウンタ群(TOF)で構成される。到来する低エネルギー宇宙線反粒子は内外二層の TOF カウンタを通過したのち、積層された Si(Li)検出器を通過中にエネルギー損失により減速・捕獲され、Si と励起エキゾチック原子を構成する。励起エキゾチック原子はナノ秒オーダーですぐ崩壊する。この崩壊(脱励起)過程にて特性 X 線が放出され、反粒子と Si 原子核との核子対消滅により γ や p のハドロン群が放出される。励起エキゾチック原子の崩壊過程や γ と p の生成数は捕獲された反粒子の種に固有のため、特性 X 線のエネルギーや γ / p 生成数を測定することで入射反粒子種を同定できる。この比較的シンプルな測定器設計により GAPS は測定器の大型化と長時間運用を可能にし、陽子などの通常の宇宙線に対する高い排他率や反粒子種間の高い識別能力も可能にする。

低エネルギーの荷電宇宙線に対する地磁気や大気の影響を抑制するため、GAPS は南極周回気球を観測手段とする。NASA は南極マクマード基地を拠点に毎年数機の南極周回気球を運用しており、1 ヶ月規模の長期間観測を期待できる点でも GAPS に最適である。太陽活動静穏期に計 3 回の南極飛翔でのべ 100 日間を飛翔できれば 10^{-6} ($\text{m}^2 \text{s sr GeV/n}$)⁻¹ レベルの高流束感度に到達でき、有力な DM モデルの検証が可能となる(図 1)。

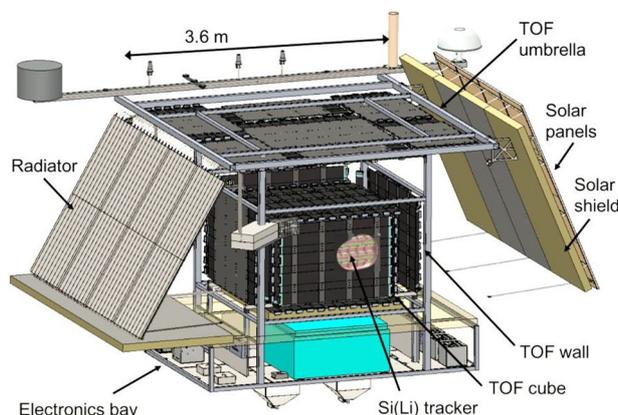


図 2: GAPS ペイロード概要。Si(Li)検出器アレイから成るトラックの周囲を TOF プラスティックシンチレーションカウンタ群が囲む基本構成。ペイロードの 1 軸制御により太陽電池パネルを太陽方向に、ラジエータを反太陽方向に指向させる。全長 5~6 m、重さ 3.5 トン。

4. 研究成果

(1) シリコン検出器の開発

GAPS 測定器の中核となる検出器アレイに求められる条件は (1) ターゲットとして反陽子と反重陽子から生成する特性 X 線エネルギーが 20 - 100 keV 域に適度に分布、(2) その特性 X 線を識別可能(分解能約 4 keV)、(3) 減速材としての肉厚と高い有感領域(約 90%以上)、(4) 液体窒素等の冷媒が不要、(5) 気球飛翔の低圧環境下で放電しない印加電圧(数百 V 以下)、(6) 大面積化[10m² オーダー]しても製造コストや読出チャンネル数が現実的な範囲内、等である。Si(Li)検出器(P 型シリコン素材に含まれるホウ素をリチウムで補償して得られる高比抵抗部分を利用する半導体検出器)はこれらの条件を満たし得る。

本研究では以上の要求を満たす Si(Li)検出器の開発を行い、量産モデルの開発に成功した。開発した Si(Li)検出器は直径 10 cm (4 インチ)、ウエハ内セグメント数 8、厚さ 2.5 mm、エネルギー分解能 4 keV(使用温度 < -35 °C、リーク電流 < 5nA)である(図 3)。Si(Li) 4 素子毎にユニット化し、縦 6 × 横 6 の 36 ユニットの平面状に連結し、それを 10 層に組み上げることで検出器アレイを構築する。千個規模での大型 Si(Li)の使用は過去の他実験よりも 2~3 桁多く前例が無い。本研究では、良質な Si 基材を(株)SUMCO との協力で実現し、センサ化の各工程を(株)島津製作所と共同で最適化することで、千個以上の Si(Li)センサを約 90%の高い良品率で量産することに成功した[8,9,10,11]。この前例の無い大型 Si(Li)の量産で得られたデータの解析によって、Si(Li)センサの設計・製法の妥当性の検証にも成功した[12]。また、Si(Li)センサの他用途への応用検討も行った[13]。



図3. 開発した Si(Li)検出器(センサ部分)。直径 10cm, 厚さ 2.5mm, セグメント数 8, エネルギー分解能 4keV(使用温度<-35)。

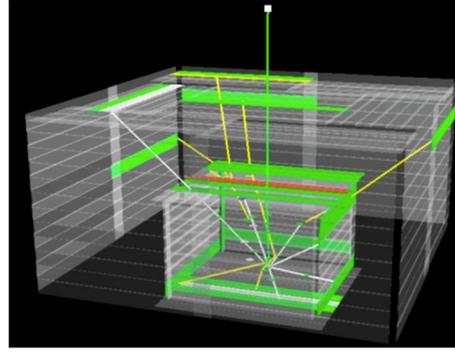


図4. 測定器シミュレーションの事象例

(2) 測定器設計の最適化検討

Si(Li)と並ぶ主要構成要素の TOF カウンタに関しては、実寸大モデルの試作と GEANT4 によるモンテカルロ・シミュレーションの相互フィードバックを重ね、寸法や形状の最適化を図った。また、光検出器を多数同時に校正する装置を開発した。使用する光検出器は、従来の光電子増倍管(PMT)と新しいデバイスであるシリコン光電子増倍管(SiPM)とを比較検討した結果、SiPM を採用することとした。

GEANT シミュレーションは測定器全体の詳細設計にも用いており、各要素の形状や配置の最適化検討やトリガー設計の検討も進めた(図4)。TOF カウンタの測定 dE/dx やヒット数のみを用いたシンプルなトリガースキームによって陽子・ヘリウム等のバックグラウンド宇宙線の大幅な抑制と反粒子に対する高いトリガー効率を両立できることを明らかにした。

GEANT シミュレーションをより詳細化することで、反粒子識別のための飛跡再構成などの観測データ解析スキームの構築も進めた[14]。また、機械学習技術を導入し、少なくとも特定の条件下では機械学習によって反粒子識別能力の更なる発掘・向上が可能なことを示した[15, 16]。

(3) 独自開発のヒートパイプを用いた検出器冷却システムの開発

Si(Li)検出器を低消費電力かつ高効率で約-40 以下に冷却するの独自のヒートパイプ技術の開発に成功した[17]。これは自励振動ヒートパイプとサーモサイホンの熱工学技術を融合したものであり、多ループ構成の細管中に封入した作動流体のパッシブな気液二相の均質流を誘起することで、顕熱と潜熱による高効率な熱輸送を実現したものである。リザーバ温度や補助ヒータの最小限なアクティブ制御を通じてパッシブな系における均温性や信頼性の強化を狙っている点も特徴的である。本研究では、ヒートパイプの実スケールモデルを開発し評価試験を重ねることで、この新しいヒートパイプ技術を実用レベルに高めた(図5左、図5中)。

ヒートパイプが輸送する検出器発熱は測定器外壁のラジエータから輻射放熱される。ラジエータに求められる約-55 以下へのパッシブな冷却は熱モデルの数値解析上では確認済みだが、気球実験としては前例の無い低温域であり、気球の実フライト環境下にて希薄気体の対流などがもたらすラジエータの熱収支を高精度で検証する必要がある。そこで、ラジエータのスケールモデルを開発し、2018年と2019年の2回、米国 Ft. Sumner にて NASA 気球実験ペイロードにビッグバックとして搭載して気球の実飛翔環境下で検証データを取得することで、ラジエータの冷却能力の確認に成功した(図5右)。

なお、輻射放熱によるラジエータ冷却は対流の支配的な地上では機能しない。そこで、フライトに先立つ地上でのペイロードの動作確認時に Si(Li)検出器アレイを実験室で簡便に冷却するための地上冷却系の開発を進め、冷凍機(チラー)を用いてラジエータを電氣的に冷却してアレイ冷却を実現するシステムの開発に成功した[18]。

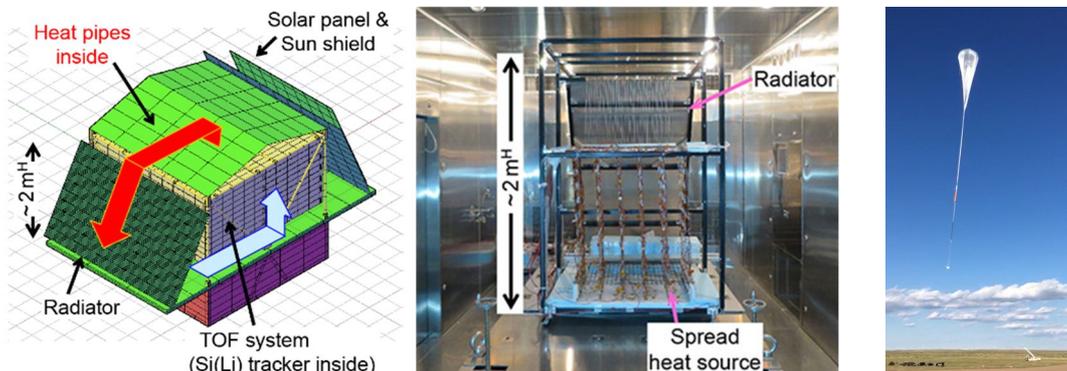


図5. (左) 冷却システム概念図, (中) ヒートパイプ実スケールモデル, (右) 気球での実証試験

(4) GAPS 計画の推進

以上で述べた個別の技術開発と並行して GAPS プロジェクト全体も大きく進展させた。2019 年 1 月には外部有識者を招いた審査会を日米伊共同で自主開催し、基本設計を確認するとともに、2019 年度から実機製作フェーズに移行した。

実機の製作・量産と並行して、実機各構成要素から成る約 1/10 のスケールモデル「GFP (GAPS functional prototype)」の開発も進め、2020 年度から 2021 年度にかけて、システムレベルでの動作実証にも成功した。

2020 年以降、新型コロナウイルス感染拡大による影響を受け、一部スケジュールの遅滞を余儀なくされた。NASA が南極での気球実験実施を 2 年連続で見合わせたこともあり、本 5 年計画中の観測実現には至らなかった。しかし、観測に向けた GAPS 測定器の実機組立は最終段階に到達しており、GAPS 実験計画を検討フェーズから実施フェーズに大きく進展させることに成功した。このほか、観測後のデータ解析を見据えたデータ解析アルゴリズムの構築検討も進展している。以上を踏まえ、本研究計画の目標は達成できたと考えている。

今後、本研究の成果を踏まえ、研究をさらに発展させていきたい。

<引用文献>

- [1] M. Kozai et al., J. Phys. Conf. Series, 1468 (2020) 012049.
- [2] P.v. Doetinchem et al., JCAP 08 (2020) 035.
- [3] Baer et al., JCAP 512 (2005) 8.
- [4] T. Aramaki et al., Astropart. Phys. 59 (2014) 12.
- [5] N. Saffold et al., Astropart. Phys. 130 (2021) 102580.
- [6] H. Fuke et al., Phys. Rev. Lett. 95 (2005) 081101.
- [7] T. Aramaki et al., Astropart. Phys. 49 (2013) 52.
- [8] K. Perez et al., NIM A 905 (2018) 12.
- [9] M. Kozai et al., NIM A 947 (2019) 1662695.
- [10] F. Rogers et al., JINST 14 (2019) P10009.
- [11] N. Saffold et al., NIM A 997 (2021) 165015.
- [12] M. Kozai et al., NIM A 1034 (2022) 166820.
- [13] H. Fuke et al., IEEE NSS/MIC (2021) N-09-123.
- [14] R. Munini et al., Astropart. Phys. 133 (2021) 102640.
- [15] T. Wada et al., Trans. JSASS, Aerospace Tech. Japan 18(3) (2020) 44.
- [16] Y. Nakagami et al., ISTS (2022) m-08.
- [17] S. Okazaki et al., Applied Thermal Engineering 141 (2018) 20.
- [18] H. Fuke et al., ISTS (2022) i-01.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 10件/うち国際共著 10件/うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Kozai M., Tokunaga K., Fuke H., Yamada M., Hailey C.J., Kato C., Kraych D., Law M., Martinez E., Munakata K., Perez K., Rogers F., Saffold N., Shimizu Y., Tokuda K., Xiao M.	4. 巻 1034
2. 論文標題 Statistical investigation of the large-area Si(Li) detectors mass-produced for the GAPS experiment	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment	6. 最初と最後の頁 166820_1~17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nima.2022.166820	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 Saffold N., Rogers F., Xiao M., Bhatt R., Erjavec T., Fuke H., Hailey C.J., Kozai M., Kraych D., Martinez E., Melo-Carrillo C., Perez K., Rodriguez C., Shimizu Y., Smallshaw B.	4. 巻 997
2. 論文標題 Passivation of Si(Li) detectors operated above cryogenic temperatures for space-based applications	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment	6. 最初と最後の頁 165015_1~10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nima.2020.165015	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 Saffold N., Aramaki T., Bird R., Boezio M., Boggs S.E., Bonvicini V., Campana D., Craig W.W., von Doetinchem P., Everson E., Fabris L., Fuke H., Gahbauer F., Garcia I., Gerrity C., Hailey C.J., Hayashi T., Kato C., Kawachi A., Kobayashi S., Kozai M., et al. GAPS collaboration	4. 巻 130
2. 論文標題 Cosmic antihelium-3 nuclei sensitivity of the GAPS experiment	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 102580_1~7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.astropartphys.2021.102580	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 Doetinchem P. von, Perez K., Aramaki T., Baker S., Barwick S., Bird R., Boezio M., Boggs S.E., Cui M., Datta A., Donato F., Evoli C., Fabris L., Fabbietti L., Bueno E. Ferronato, Fornengo N., Fuke H., Gerrity C., Coral D. Gomez, Hailey C., Hooper D., Kachelriess M., Korsmeier M., Kozai M., et al.	4. 巻 2020
2. 論文標題 Cosmic-ray antinuclei as messengers of new physics: status and outlook for the new decade	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 035_0~39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2020/08/035	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 WADA Takuya, FUKU Hideyuki, SHIMIZU Yuki, YOSHIDA Tetsuya	4. 巻 18
2. 論文標題 Application of Machine Learning to the Particle Identification of GAPS	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 TRANSACTIONS OF THE JAPAN SOCIETY FOR AERONAUTICAL AND SPACE SCIENCES, AEROSPACE TECHNOLOGY JAPAN	6. 最初と最後の頁 44 ~ 50
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2322/tastj.18.44	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 Kozai M., Fuke H., Yamada M., Perez K., Erjavec T., Hailey C.J., Madden N., Rogers F., Saffold N., Seyler D., Shimizu Y., Tokuda K., Xiao M.	4. 巻 947
2. 論文標題 Developing a mass-production model of large-area Si(Li) detectors with high operating temperatures	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment	6. 最初と最後の頁 162695_1 ~ 10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nima.2019.162695	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 Rogers F., Xiao M., Perez K.M., Boggs S., Erjavec T., Fabris L., Fuke H., Hailey C.J., Kozai M., Lowell A., Madden N., Manghisoni M., McBride S., Re V., Riceputi E., Saffold N., Shimizu Y.	4. 巻 14
2. 論文標題 Large-area Si(Li) detectors for X-ray spectrometry and particle tracking in the GAPS experiment	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Instrumentation	6. 最初と最後の頁 P10009_0 ~ 16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1748-0221/14/10/P10009	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 Fuke Hideyuki, Okazaki Shun, Kondo Manami, Kawachi Akiko, Ogawa Hiroyuki	4. 巻 2019
2. 論文標題 Low-power, large-scale distributed hybrid thermal system to cool silicon detectors in the GAPS instrument	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Xplore	6. 最初と最後の頁 9059635_1 ~ 3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/NSS/MIC42101.2019.9059635	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 Rogers Field, Xiao Mengjiao, Perez Kerstin, Boggs Steven, Erjavec Tyler, Fabris Lorenzo, Fuke Hideyuki, Hailey Charles J., Kozai Masayoshi, Lowell Alex, Madden Norman, Manghisoni Massimo, McBride Steve, Re Valerio, Riceputi Elisa, Saffold Nathan, Shimizu Yuki, Zampa Gianluigi	4. 巻 2019
2. 論文標題 Large-area Si(Li) Detectors for X-ray Spectrometry and Particle Tracking for the GAPS Experiment	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Xplore	6. 最初と最後の頁 9060023_1~3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/NSS/MIC42101.2019.9060023	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 Perez Kerstin, Aramaki Tsuguo, Hailey Charles J., Carr Rachel, Erjavec Tyler, Fuke Hideyuki, Garvin Amani, Harper Cassia, Kewley Glenn, Madden Norman, Mechbal Sarah, Rogers Field, Saffold Nathan, Tajiri Gordon, Tokuda Katsuhiko, Williams Jason, Yamada Minoru	4. 巻 905
2. 論文標題 Fabrication of low-cost, large-area prototype Si(Li) detectors for the GAPS experiment	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment	6. 最初と最後の頁 12~21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nima.2018.07.024	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 Okazaki Shun, Fuke Hideyuki, Ogawa Hiroyuki, Miyazaki Yoshiro, Takahashi Katsumasa, Yamada Noboru	4. 巻 141
2. 論文標題 Meter-scale multi-loop capillary heat pipe	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Thermal Engineering	6. 最初と最後の頁 20~28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.applthermaleng.2018.05.116	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 H.Fuke, T.Aramaki, S.Boggs, W.W.Craig, P.v.Doetinchem, R.Fabris, C.J.Hailey, F.Gahbauer, T.Gordon, C.Kato, A.Kawachi, T.Koike, M.Kozai, N.Madden, S.A.I.Mognet, K.Mori, K.Munakata, S.Okazaki, R.A.Ong, K.Perez, K.Sakimoto, Y.Shimizu, N.Yamada, A.Yoshida, T.Yoshida, K.P.Ziock, J.Zweerink	4. 巻 18
2. 論文標題 Present Status and Future Plans of GAPS Antiproton and Antideuteron Measurement for Indirect Dark Matter Search	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Society of Japan (JPS) Conf. Proc., 12th International Conf. on Low Energy Antiproton Phys. (LEAP2016)	6. 最初と最後の頁 011003_1~6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.18.011003	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

〔学会発表〕 計70件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 18件）

1. 発表者名 Hideyuki Fuke, Shun Okazaki, Akiko Kawachi, Shohei Kobayashi, Masayoshi Kozai, Hiroyuki Ogawa, Masaru Saijo, Shuto Takeuchi, and Kakeru Tokunaga
2. 発表標題 Thermal Control System to easily cool the GAPS Balloon-borne Instrument on the Ground
3. 学会等名 33rd International Symposium on Space Technology and Science (ISTS) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yusuke Nakagami, Masahiro Yamatani, Hideyuki Fuke, Akiko Kawachi, Masayoshi Kozai, Yuki Shimizu, Tetsuya Yoshida
2. 発表標題 New Particle Identification Approach with Convolutional Neural Network in GAPS
3. 学会等名 33rd International Symposium on Space Technology and Science (ISTS) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 H.Fuke, Y.Shimizu, M.Kozai, F.Rogers, K.Perez, C.Hailey
2. 発表標題 Potential and applications of large-area Si(Li) detectors developed for the GAPS project
3. 学会等名 2021 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (NSS/MIC) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 M.Kozai, K.Tokunaga, H.Fuke, T.Erjavec, C.J.Hailey, C.Kato, N.Madden, K.Munakata, K.Perez, F.Rogers, N.Saffold, Y.Shimizu, M.Xiao
2. 発表標題 Analysis of mass-production data of the GAPS Si(Li) detectors using data-mining methods
3. 学会等名 2021 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (NSS/MIC) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名	Masayoshi Kozai, Kakeru Tokunaga, Hideyuki Fuke, Tyler Erjavec, Charles J. Hailey, Chihiro Kato, Norman Madden, Kazuoki Munakata, Kerstin Perez, Field Rogers, Nathan Saffold, Yuki Shimizu, Mengjiao Xiao
2. 発表標題	Mass production of large-area lithium-drifted silicon detectors for the GAPS silicon tracker
3. 学会等名	TIPP (International Conference on Technology and Instrumentation in Particle Physics) 2021 (国際学会)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	小財正義, 西城大, 徳永翔, 岡崎峻, 福家英之, 河内明子, 小林聖平, 水野広基, 清水雄輝, 鈴木俊介
2. 発表標題	GAPS実験用ヒートパイプの運用システムの開発
3. 学会等名	日本物理学会 第77回年次大会
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	福家英之, 小川博之, 岡崎峻, 西城大, 徳永翔, 山谷昌大, 吉田哲也, 中上裕輔, 和田拓也, 吉田篤正, 入江優花, 小松明寛, 清水雄輝, 鈴木俊介, 小財正義, 加藤千尋, 宗像一起, 河内明子, 川俣柊介, 川本裕樹, 奈良祥太郎, 大山千晶, 鈴木直康, 高橋俊, C.J.Hailey, M.Boezio, for the GAPS collaboration
2. 発表標題	宇宙線反粒子探索GAPS実験計画の近況報告
3. 学会等名	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所宇宙科学シンポジウム (第22回)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	西城大, 岡崎峻, 小財正義, 河内明子, 小川博之, 福家英之
2. 発表標題	宇宙線反粒子探索計画GAPSの熱制御システムの開発
3. 学会等名	第65回宇宙科学技術連合講演会
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	福家英之, 小川博之, 岡崎峻, 西城大, 徳永翔, 山谷昌大, 吉田哲也, 中上裕輔, 和田拓也, 吉田篤正, 入江優花, 小松明寛, 清水雄輝, 鈴木俊介, 小財正義, 加藤千尋, 宗像一起, 河内明子, 川俣柊介, 川本裕樹, 奈良祥太郎, 大山千晶, 鈴木直康, 高橋俊, Charles Hailey, Mirko Boezio, for the GAPS collaboration
2. 発表標題	宇宙線反粒子探索GAPS実験計画の現状報告
3. 学会等名	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所大気球シンポジウム (2021年度)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	中上裕輔, 福家英之, 清水雄輝, 和田拓也, 河内明子, 小財正義, 山谷昌大, 吉田篤正, 吉田哲也
2. 発表標題	宇宙線反粒子探索計画GAPSにおける深層ニューラルネットワークを用いた反粒子識別法の開発
3. 学会等名	日本物理学会 2021年秋季大会
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	Nishat F. Protyasha, Devin Seyler, Gabriel Bridges, Hideyuki Fuke, Amani Garvin, Charles J. Hailey, Cassia Harper, Kanav Kalucha, Masayoshi Kozai, Kerstin Perez, Field Rogers, Nathan Saffold, Yuki Shimizu, Brian Smallshaw, and Mengjiao Xiao
2. 発表標題	Detailed Characterization of Novel Si(Li) Detectors for the GAPS Experiment
3. 学会等名	2020 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (NSS/MIC) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Nathan Saffold, Charles J. Hailey, Evan Martinez, Field Rogers, Hideyuki Fuke, Kerstin Perez, Masayoshi Kozai, Mengjiao Xiao, Radhika Bhatt, Tyler Erjavec, and Yuki Shimizu
2. 発表標題	Passivation of Si(Li) Detectors operated above Cryogenic Temperatures for Space Applications
3. 学会等名	2020 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (NSS/MIC) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	小財正義, 福家英之, 岡崎峻, 小川博之, 西城大, 徳永翔, 山谷昌大, 吉田哲也, 中上裕輔, 吉田篤正, 和田拓也, 今村光拓, 清水雄輝, 山田昇, 小池貴久, 加藤千尋, 宗像一起, C.J.Hailey, K.Perez, L.Fabris, W.Craig, R.Ong, S.Boggs, P.v.Doetinchem, M.Boezio, et al.
2. 発表標題	宇宙線反粒子探索GAPS実験の進捗報告
3. 学会等名	日本物理学会 第76回年次大会
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	山谷昌大, 小財正義, 清水雄輝, 中上裕輔, 福家英之, 吉田篤正, 吉田哲也, 和田拓也, Philip von Doetinchem, Riccardo Munini
2. 発表標題	宇宙線反粒子観測計画GAPSによるダークマター間接探索のための反粒子識別能力向上の研究
3. 学会等名	日本物理学会 第76回年次大会
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	今福拓海, 石川博, 山本幸生, 荒木徹也, 福家英之, 清水雄輝, 和田拓也, 中上裕輔
2. 発表標題	宇宙線反粒子識別を対象とした機械学習の応用と根拠の可視化
3. 学会等名	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所宇宙科学情報解析シンポジウム (2020年度)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	福家英之, 小財正義, 小川博之, 岡崎峻, 西城大, 徳永翔, 山谷昌大, 吉田哲也, 中上裕輔, 和田拓也, 吉田篤正, 今村光拓, 清水雄輝, 山田昇, 小池貴久, 加藤千尋, 宗像一起, Charles Hailey, Kerstin Perez, Lorenzo Fabris, William Craig, Rene Ong, Steven Boggs, Philip von Doetinchem, Mirko Boezio, for the GAPS collaboration, et al.
2. 発表標題	宇宙線反粒子探索GAPS実験計画の近況報告
3. 学会等名	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所宇宙科学シンポジウム (第21回)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	福家英之, 小財正義, 小川博之, 岡崎峻, 西城大, 徳永翔, 山谷昌大, 吉田哲也, 中上裕輔, 和田拓也, 吉田篤正, 今村光拓, 清水雄輝, 山田昇, 小池貴久, 加藤千尋, 宗像一起, Charles Hailey, Kerstin Perez, Lorenzo Fabris, William Craig, Rene Ong, Steven Boggs, Philip von Doetinchem, Mirko Boezio, for the GAPS collaboration, et al.
2. 発表標題	宇宙線反粒子探索GAPS実験計画の近況報告
3. 学会等名	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所大気球シンポジウム (2020年度)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	高橋俊, 奈良祥太郎, 長島弘明, 竹村薫, 安達拓矢, 永井大樹, 岡崎峻, 福家英之
2. 発表標題	ヒートパイプの流動予測に向けた気泡モデルの開発
3. 学会等名	日本伝熱シンポジウム (第57回)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	奈良祥太郎, 本木誠人, 川本裕樹, 竹村薫, 高橋俊, 河内明子, 岡崎峻, 福家英之
2. 発表標題	埋め込み境界法を用いたヒートパイプ管内における気液流動メカニズムの調査
3. 学会等名	第34回数値流体シンポジウム(CFD34)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	福家英之, 小財正義, 小川博之, 岡崎峻, 西城大, 徳永翔, 山谷昌大, 吉田哲也, 中上裕輔, 和田拓也, 吉田篤正, 清水雄輝, 山田昇, 小池貴久, 加藤千尋, 宗像一起, 永井大樹, 今西優香, 河内明子, 小林聖平, 本木誠人, 奈良祥太郎, 高橋俊, 竹村薫, 井上剛良, C.J.Hailey, et al.
2. 発表標題	宇宙線反粒子探索GAPS実験計画の現状報告
3. 学会等名	日本物理学会 2020年秋季大会
4. 発表年	2020年

1. 発表者名 小財正義, 徳永翔, 福家英之, T.Erjavec, C.J.Hailey, 加藤千尋, N.Madden, 宗像 一起, K.Perez, F.Rogers, N.Saffold, 清水雄輝, M.Xiao
2. 発表標題 宇宙線反粒子探索GAPS実験用リチウムドリフト型シリコン検出器の開発(4)
3. 学会等名 日本物理学会 2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林聖平, 岡崎峻, 西城大, 福家英之, 小川博之, 河内明子, 今西優香
2. 発表標題 宇宙線反粒子探索GAPS測定器の地上冷却システムの開発
3. 学会等名 日本物理学会 2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中上裕輔, 和田拓也, 小財正義, 清水雄輝, 福家英之, 山谷昌大, 吉田篤正, 吉田哲也
2. 発表標題 GAPSにおける畳み込みニューラルネットワークを用いた粒子識別法の開発
3. 学会等名 日本物理学会 2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hideyuki Fuke, Shun Okazaki, Manami Kondo, Akiko Kawachi, and Hiroyuki Ogawa
2. 発表標題 Low-power, large-scale distributed hybrid thermal system to cool silicon detectors in the GAPS instrument
3. 学会等名 2019 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (NSS/MIC) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名	Field Rogers, Mengjiao Xiao, Kerstin Perez, Steven Boggs, Tyler Erjavec, Lorenzo Fabris, Hideyuki Fuke, Charles J. Hailey, Masayoshi Kozai, Alex Lowell, Norman Madden, Massimo Manghisoni, Steve McBride, Valerio Re, Elisa Riceputi, Nathan Saffold, Yuki Shimizu, and Gianluigi Zampa
2 . 発表標題	Large-area Si(Li) Detectors for X-ray Spectrometry and Particle Tracking for the GAPS Experiment
3 . 学会等名	2019 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (NSS/MIC) (国際学会)
4 . 発表年	2019年

1 . 発表者名	R.Bird, T.Aramaki, R.Bird, M.Boezio, S.E.Boggs, V.Bonvicini, D.Campana, W.W.Craig, E.Everson, L.Fabris, H.Fuke, F.Gahbauer, I.Garcia, C.Gerrity, C.J.Hailey, et al.
2 . 発表標題	GAPS: Searching for Dark Matter using Antinuclei in Cosmic Rays
3 . 学会等名	36th Intl. Cosmic Ray Conf. (ICRC2019) (国際学会)
4 . 発表年	2019年

1 . 発表者名	S.Quinn, T.Aramaki, R.Bird, M.Boezio, S.E.Boggs, V.Bonvicini, D.Campana, W.W.Craig, E.Everson, L.Fabris, H.Fuke, F.Gahbauer, I.Garcia, C.Gerrity, C.J.Hailey, et al.
2 . 発表標題	Recent Progress on the GAPS Time of Flight System
3 . 学会等名	36th Intl. Cosmic Ray Conf. (ICRC2019) (国際学会)
4 . 発表年	2019年

1 . 発表者名	Takuya WADA, Hideyuki FUKU, Yuki SHIMIZU, and Tetsuya YOSHIDA
2 . 発表標題	Application of Machine Learning to the Particle Identification of GAPS
3 . 学会等名	32nd ISTS (International Symposium on Space Technology and Science) (国際学会)
4 . 発表年	2019年

1. 発表者名	福家英之, 小財正義, 小川博之, 岡崎峻, 西城大, 徳永翔, 吉田哲也, 中上裕輔, 竹内崇人, 和田拓也, 吉田篤正, 清水雄輝, 山田昇, 小池貴久, 加藤千尋, 宗像一起, 永井大樹, 五味颯雅, 河内明子, 小林聖平, 近藤愛実, 水野広基, 長島弘明, 高橋俊, 竹村薫, 田邊拓哉, 井上剛良, 他
2. 発表標題	宇宙線反粒子探索GAPS実験計画の(特に日本チームの)現状報告
3. 学会等名	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所宇宙科学シンポジウム(第20回)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	竹内崇人, 岡崎峻, 小川博之, 小林聖平, 近藤愛実, 西城大, 福家英之
2. 発表標題	GAPS測定器の地上冷却システムの開発
3. 学会等名	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所宇宙科学シンポジウム(第20回)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	和田拓也, 小財正義, 清水雄輝, 中上裕輔, 福家英之, 吉田哲也
2. 発表標題	ニューラルネットワークを用いたGAPS用粒子識別法の開発
3. 学会等名	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所宇宙科学シンポジウム(第20回)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	福家英之, 小財正義, 小川博之, 岡崎峻, 西城大, 徳永翔, 吉田哲也, 中上裕輔, 竹内崇人, 和田拓也, 吉田篤正, 清水雄輝, 山田昇, 小池貴久, 加藤千尋, 宗像一起, 永井大樹, 五味颯雅, 河内明子, 小林聖平, 近藤愛実, 水野広基, 長島弘明, 高橋俊, 竹村薫, 田邊拓哉, 井上剛良, 他
2. 発表標題	宇宙線反粒子探索GAPS実験計画の(特に日本チームの)現状報告
3. 学会等名	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所大気球シンポジウム(2019年度)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名 小財正義, 岡崎峻, 福家英之, 吉田哲也, 西城大, 河内明子, 近藤愛実, 竹内崇人, Evan Martinez, Nathan Saffold, Florian Gahbauer, Charles Hailey, William Craig, Jerome Olson
2. 発表標題 宇宙線反粒子探索GAPS計画に向けたラジエータ飛翔試験 (2019年度-1)
3. 学会等名 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所大気球シンポジウム (2019年度)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡崎峻, 小財正義, 福家英之, 吉田哲也, 西城大, 河内明子, 近藤愛実, 竹内崇人, William Craig, Jerome Olson, Evan Martinez, Nathan Saffold, Florian Gahbauer, Charles Hailey
2. 発表標題 宇宙線反粒子探索GAPS計画に向けたラジエータ飛翔試験 (2019年度-2)
3. 学会等名 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所大気球シンポジウム (2019年度)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K.Takemura, H.Nagashima, Y.Kawamoto, S.Takahashi, M.Kondo, A.Kawachi, S.Okazaki, H.Fuke
2. 発表標題 Temperature Prediction of a Heat Pipe Using Gas-Liquid Two-phase Simulation
3. 学会等名 16th International Conference on Flow Dynamics (ICFD) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小財正義, 福家英之, 岡崎峻, 小川博之, 西城大, 徳永翔, 吉田哲也, 竹内崇人, 中上裕輔, 吉田篤正, 和田拓也, 清水雄輝, 山田昇, 小池貴久, 加藤千尋, 宗像一起, 永井大樹, 河内明子, 小林聖平, 五味颯雅, 近藤愛実, 高橋俊, 竹村薫, 田邊拓哉, 長島弘明, 水野広基, 井上剛良, 他
2. 発表標題 宇宙線反粒子探索GAPS実験の現状報告 日本チームの進捗を中心として
3. 学会等名 日本物理学会 第75回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 近藤愛実, 岡崎峻, 福家英之, 小川博之, 西城大, 河内明子, 小林聖平, 竹内崇人
2. 発表標題 宇宙線反粒子探索GAPS実験用ヒートパイプの熱輸送性能評価(3-1)
3. 学会等名 日本物理学会 第75回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林聖平, 岡崎峻, 福家英之, 小川博之, 西城大, 河内明子, 近藤愛実, 竹内崇人
2. 発表標題 宇宙線反粒子探索GAPS実験用ヒートパイプの熱輸送性能評価(3-2)
3. 学会等名 日本物理学会 第75回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小財正義, 福家英之, T.Erjavec, C.J.Hailey, 加藤千尋, N.Madden, 宗像一起, K.Perez, F.Rogers, N.Saffold, 清水雄輝, M.Xiao
2. 発表標題 宇宙線反粒子探索GAPS実験用リチウムドリフト型シリコン検出器の開発(3)
3. 学会等名 日本物理学会 第74回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 近藤愛実, 岡崎峻, 福家英之, 小川博之, 河内明子, 竹内崇人, 宮崎耀佑
2. 発表標題 宇宙線反粒子探索GAPS実験用ヒートパイプの熱輸送性能評価(2)
3. 学会等名 日本物理学会 第74回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名	福家英之, 小財正義, 小川博之, 岡崎峻, 崎本一博, 吉田哲也, 小灘拓矢, 竹内崇人, 和田拓也, 吉田篤正, 渡邊翼, 清水雄輝, 山田昇, 小池貴久, 宗像一起, 加藤千尋, 永井大樹, 河内明子, 近藤愛実, 宮崎耀佑, 高橋俊, 井上剛良, 他 for the GAPS collaboration
2. 発表標題	宇宙線反粒子探索GAPS実験計画の(特に日本チームの)現状報告
3. 学会等名	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所宇宙科学シンポジウム (第19回)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	渡邊翼, 大塚壮平, 清水雄輝, 竹内崇人, 福家英之, 吉田篤正, 吉田哲也, 和田拓也
2. 発表標題	GAPS実験用の光検出器のキャリブレーションシステムの開発
3. 学会等名	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所宇宙科学シンポジウム (第19回)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	竹村薫, 佐藤かおり, 高橋俊, 岡崎峻, 福家英之
2. 発表標題	GAPS用ヒートパイプの開発のための気液二相流解析の応用
3. 学会等名	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所宇宙科学シンポジウム (第19回)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	Kerstin Perez, Hideyuki Fuke, Charles J. Hailey, Chihiro Kato, Masayoshi Kozai, Norman Madden, Kazuoki Munakata, Field Rogers, Nathan Saffold, Yuki Shimizu, Katsuhiko Tokuda, Mengjiao Xiao, and Minoru Yamada
2. 発表標題	Lithium-drifted Silicon Detectors for the GAPS Antarctic Balloon Program
3. 学会等名	CPAD Instrumentation Frontier Workshop 2018 (国際学会)
4. 発表年	2018年

1. 発表者名 M.Kozai, H.Fuke, M.Yamada, T.Erjavec, C.J.Hailey, C.Kato, N.Madden, K.Munakata, K.Perez, F.Rogers, N.Saffold, Y.Shimizu, K.Tokuda, and M.Xiao
2. 発表標題 Development of Large-area Lithium-drifted Silicon Detectors for the GAPS Experiment
3. 学会等名 2018 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福家英之, 小財正義, 小川博之, 岡崎峻, 崎本一博, 吉田哲也, 小灘拓矢, 竹内崇人, 和田拓也, 吉田篤正, 渡邊翼, 清水雄輝, 山田昇, 小池貴久, 宗像一起, 加藤千尋, 永井大樹, 河内明子, 近藤愛実, 宮崎耀佑, 高橋俊, 井上剛良, 他 for the GAPS collaboration
2. 発表標題 宇宙線反粒子探索GAPS実験計画の(特に日本チームの)現状報告
3. 学会等名 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所大気球シンポジウム(平成30年度)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡崎峻, 福家英之, 小財正義, 吉田哲也, 河内明子, 近藤愛実, 竹内崇人, William Craig, Evan Martinez, Florian Gahbauer, Charles Hailey
2. 発表標題 宇宙線反粒子探索GAPS計画に向けたラジエータ飛翔試験
3. 学会等名 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所大気球シンポジウム(平成30年度)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小財正義, 福家英之, 清水雄輝, 宗像一起, 加藤千尋, Charles J. Hailey, Kerstin Perez
2. 発表標題 宇宙線反粒子探索GAPS実験用リチウムドリフト型シリコン検出器の開発(2)
3. 学会等名 日本物理学会 2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 和田拓也, 小財正義, 清水雄輝, 竹内崇人, 福家英之, 蓑島温志, 吉田篤正, 吉田哲也, 渡邊翼
2. 発表標題 宇宙線反粒子探索GAPS実験用トリガースキームの開発
3. 学会等名 日本物理学会 2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 近藤愛実, 岡崎峻, 福家英之, 小川博之, 河内明子, 高橋克征, 宮崎耀佑, 山田昇
2. 発表標題 宇宙線反粒子探索GAPS実験用ヒートパイプの熱輸送性能評価
3. 学会等名 日本物理学会 2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shun Okazaki, Hideyuki Fuke, Katsumasa Takahashi, Manami Kondo, Akiko Kawachi, Noboro Yamada, Hiroyuki Ogawa
2. 発表標題 Thermal Performance of a Large Closed Multi-Loop Heat Pipe using HFC-23 and HFC-410A as the Working Fluid
3. 学会等名 19th International Heat Pipe Conference and 13th International Heat Pipe Symposium (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福家英之, 井上剛良, 井上拓哉, 大塚壮平, 岡崎峻, 小川博之, 加藤千尋, 河内明子, 小池貴久, 小財正義, 近藤愛美, 崎本一博, 清水雄輝, 高橋克征, 高橋俊, 竹内崇人, 大丸拓郎, 永井大樹, 橋本岳, 蓑島温志, 宗像一起, 山田昇, 吉田篤正, 吉田哲也, 渡邊翼, 和田拓也, 他
2. 発表標題 南極周回気球による宇宙線反粒子探索計画GAPS
3. 学会等名 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所宇宙科学シンポジウム (第18回)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小財正義, 福家英之, 清水雄輝, 宗像一起, 加藤千尋, C.J.Hailey, K.Perez
2. 発表標題 宇宙線反粒子探索GAPS実験用リチウムドリフト型シリコン検出器の開発
3. 学会等名 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所宇宙科学シンポジウム (第18回)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 袁島温志, 大塚壮平, 小財正義, 清水雄輝, 竹内崇人, 橋本岳, 福家英之, 吉田篤正, 吉田哲也, 渡邊翼, 和田拓也
2. 発表標題 GAPS気球実験におけるトリガースキームの検討
3. 学会等名 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所宇宙科学シンポジウム (第18回)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡崎峻, 近藤愛実, 福家英之, 小川博之, 高橋克征, 山田昇, 河内明子, 井上拓哉, 高橋俊
2. 発表標題 GAPS用熱制御システムの開発
3. 学会等名 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所宇宙科学シンポジウム (第18回)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福家英之
2. 発表標題 GAPS計画: 宇宙線反粒子観測によるダークマター探索
3. 学会等名 横浜国立大学 理工学部 物理工学EP 談話会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shun Takahashi, Takuya Inoue, Shun Okazaki, Hideyuki Fuke
2. 発表標題 Prediction of Heat Transfer in a Heat Pipe by Two-phase Flow Simulation based on Conservative Level Set Method
3. 学会等名 2018 AIAA SciTech Forum (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福家英之
2. 発表標題 GAPS衛星
3. 学会等名 2017年度 CRC将来計画タウンミーティング (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 福家英之, 小財正義, 清水雄輝, 宗像一起, 加藤千尋, Charles Hailey, Kerstin Perez
2. 発表標題 宇宙線反粒子探索GAPS実験用リチウムドリフト型シリコン検出器の開発
3. 学会等名 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所大気球シンポジウム (平成29年度)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 橋本岳, 大塚壮平, 小財正義, 清水雄輝, 竹内崇人, 福家英之, 蓑島温志, 吉田篤正, 吉田哲也, 渡邊翼, 和田拓也
2. 発表標題 宇宙線反粒子探索GAPS実験用TOFシンチレーションカウンタの開発
3. 学会等名 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所大気球シンポジウム (平成29年度)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 近藤愛実, 岡崎峻, 福家英之, 小川博之, 高橋克征, 山田昇, 河内明子, 井上拓哉, 高橋俊
2. 発表標題 宇宙線反粒子探索GAPS実験用ヒートパイプシステムの開発
3. 学会等名 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所大気球シンポジウム (平成29年度)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 近藤愛実, 岡崎峻, 福家英之, 吉住雄大, 河内明子, 小川博之
2. 発表標題 HFC23を適用したGAPSヒートパイプの熱輸送特性評価
3. 学会等名 第61回宇宙科学技術連合講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岡崎峻, 近藤愛実, 福家英之, 高橋克征, 河内明子, 山田昇, 小川博之
2. 発表標題 二相流体ポンプによるGAPS冷却システムの熱輸送性能向上
3. 学会等名 第61回宇宙科学技術連合講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高橋克征, 岡崎峻, 近藤愛実, 福家英之, 山田昇, 河内明子, 小川博之
2. 発表標題 GAPS用大型ヒートパイプの熱輸送特性評価
3. 学会等名 平成29年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー学会合同発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 福家英之, 岡崎峻, 小川博之, 高橋克征, 山田昇, 河内明子, 近藤愛美, 井上拓哉, 高橋俊
2. 発表標題 宇宙線反粒子探索GAPS実験用自励振動ヒートパイプの開発
3. 学会等名 日本物理学会 2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小財正義, 福家英之, 清水雄輝, 宗像一起, 加藤千尋, Charles J. Hailey, Kerstin Perez
2. 発表標題 宇宙線反粒子探索GAPS実験用リチウムドリフト型シリコン検出器の開発
3. 学会等名 日本物理学会 2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 和田拓也, 大塚壮平, 小財正義, 清水雄輝, 橋本岳, 福家英之, 蓑島温志, 吉田篤正, 吉田哲也, 渡邊翼
2. 発表標題 宇宙線反粒子探索GAPS実験用TOFシンチレーションカウンタの開発
3. 学会等名 日本物理学会 2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高橋俊, 井上拓哉, 岡崎峻, 福家英之
2. 発表標題 管内の過熱の抑制に向けた熱流体解析
3. 学会等名 第49回流体力学講演会 / 第35回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高橋克征, 岡崎峻, 福家英之, 山田昇, 小川博之
2. 発表標題 GAPS 用大型自励振動ヒートパイプの過加熱解消に向けた試み
3. 学会等名 日本伝熱シンポジウム (第54回)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 R.A.Ong, T.Aramaki, R.Bird, M.Boezio, S.E.Boggs, R.Carr, W.W.Craig, P.v.Doetinchem, L.Fabris, F.Gahbauer, C.Gerrity, H. Fuke, C.J.Hailey, C.Kato, A.Kawachi, M.Kozai, S.I.Mognet, K.Munakata, S.Okazaki, G.Osteria, K.Perez, V.Re, F.Rogers, N.Saffold, Y.Shimizu, A.Yoshida, T.Yoshida, G.Zampa, and J.Zweerink
2. 発表標題 The GAPS Experiment to Search for Dark Matter using Low-energy Antimatter
3. 学会等名 35rd Intl. Cosmic Ray Conf. (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

GAPS https://gaps.isas.jaxa.jp/

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
研究協力者	清水 雄輝 (Shimizu Yuki)		

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
研究協力者	河内 明子 (Kawachi Akiko)		
研究協力者	岡崎 峻 (Okazaki Shun)		
研究協力者	吉田 哲也 (Yoshida Tetsuya)		
研究協力者	吉田 篤正 (Yoshida Atsumasa)		
研究協力者	小川 博之 (Ogawa Hiroyuki)		
研究協力者	山田 昇 (Yamada Noboru)		
研究協力者	Hailey Charles (Hailey Charles)		
研究協力者	Perez Kerstin (Perez Kerstin)		

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
研究協力者	Ong Rene (Ong Rene)		
研究協力者	荒牧 嗣夫 (Aramaki Tsuguo)		
研究協力者	Boezio Mirko (Boezio Mirko)		

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			
	米国	コロンビア大学	マサチューセッツ工科大学	カリフォルニア大学バークレー校
イタリア	国立核物理学研究所			