

令和 2 年 7 月 3 日現在

機関番号：82626

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H02820

研究課題名(和文) 高密度ポジトロニウム生成のための陽電子ビーム高輝度化法の開発

研究課題名(英文) Development of a brightness enhancement method of a positron beam for generating high density positroniums

研究代表者

大島 永康(Oshima, Nagayasu)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・計量標準総合センター・研究グループ長

研究者番号：00391889

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,800,000円

研究成果の概要(和文)：電子とその反粒子である陽電子とが水素原子の様に束縛した状態であるポジトロニウム(Ps)は、低温・高密度でボース・アインシュタイン凝縮(Ps-BEC)状態になるとされている。Ps-BECは、反物質に働く重力の精密測定や消滅ガンマ線レーザー発生に道を拓く興味深い系であるが、未だに実現されていない。本研究では、Ps-BECを実現するための実験方法をつくりあげるため、必要とされる要素技術の研究開発を進めた。具体的には、1) 大量に陽電子を蓄積して一気に引き出す方法、2) 陽電子をPsに変換する材料、3) Psを高速に冷却する方法の技術開発に取り組み、それぞれに大きな進展があった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ポジトロニウム(Ps)は、寿命が極めて短い(約10万分の1秒)ことで、高密度化・冷却が難しく、ボース・アインシュタイン凝縮(Ps-BEC)は未だに実現されていない。Ps-BECを実現するためには、Psの構成粒子である陽電子を大量に蓄積し、これを瞬時に電子と結合させPsを高密度で合成して、かつ瞬時に冷却する技術を開発する必要がある。それぞれの技術は、高い精度・性能を要求されるため、関連する原子物理やプラズマ物理等の分野での先端的研究にも転用できる。また、もしPs-BECが実現できれば、重力の精密測定や、ガンマ線レーザー応用への道を拓くことができ、基礎物理学と工学分野の両方で貢献できる。

研究成果の概要(英文)：Positronium (Ps), is a bound state of an electron and its antiparticle, a positron. Ps can form an Bose-Einstein condensation (Ps-BEC) state at low temperature and high density. Ps-BEC is an interesting system that opens the way to precise measurement of gravity acting on antimatter and generation of an annihilation gamma-ray laser, but it has not been realized yet. In this study, in order to create the experimental methodology for realizing Ps-BEC, we proceeded with research and development of the required elemental technologies. Specifically, we are working on technological development of 1) a method of accumulating a large number of positrons and extracting them at once, 2) materials for converting positrons into Ps, and 3) methods of rapidly cooling Ps, and have made major progress in each area.

研究分野：陽電子消滅、陽電子ビーム

キーワード：高密度陽電子バンチ 高輝度陽電子ビーム 高密度ポジトロニウム 陽電子蓄積装置 レーザー冷却
ボース・アインシュタイン凝縮(BEC) 高効率ポジトロニウム生成・閉じ込め材料 陽電子減速拡散シミュレーター

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、研究者個人に帰属されます。

1. 研究開始当初の背景

電子と陽電子の束縛系であるポジトロニウム(Ps)は、スピンの整数のボソンであるため、高密度低温にてボース-アインシュタイン凝縮(BEC)を起こすとされる。反粒子を多量に含んだ系である Ps-BEC が実現できれば、物質系 BEC には真似出来ない、反物質の重力の精密測定や、消滅ガンマ線レーザー発生等の新たな物理現象の研究への道が拓けるため、その実現方法(実験スキーム)の研究がなされてきているが、現実味のある提案はなされていなかった。

Ps の質量は約 1 MeV (水素原子の約 1/1,000) と非常に軽いためドブロイ波長が長く、一般の原子と比べて高い臨界温度で凝縮する(10K@ 10^{18} cm^{-3})とされるが、一方で Ps 寿命は 142 ns と極めて短いため、高密度化と冷却はともに困難である。すなわち、現実味のある Ps-BEC 実現スキームをつくりあげるには、高密度 Ps 生成技術と高速冷却技術の両方を確立する必要がある。一般に、Ps は陽電子をポーラス状ガラス等のターゲット(陽電子-Ps コンバーター)に打ち込むことで、数十%程度の効率で生成される。なお、Ps には、電子と陽電子のスピンの平行な三重項状態のオルト-Ps (寿命 142 ns) と、反平行な一重項状態のパラ-Ps(寿命 125 ps)とがあるが、本研究で対象とする Ps は、オルト-Ps である。

高密度 Ps 生成では、高効率な陽電子-Ps コンバーターに、高密度の陽電子パルスビーム(バンチ)を打ち込む必要がある。高密度 Ps 生成研究は、欧米で先行している[phys. stat. sol. (c)4, 3419 (2007), Phys. Rev. Lett. 104, 243401 (2010)]。陽電子トラップで蓄積した陽電子を、短時間のうちに一気に引き出した後、高磁場で径方向に圧縮して高密度バンチ(10⁸個/直径 100 μm/パルス幅 1 ns /エネルギー 5 keV)を得る。このバンチをポーラス状ガラスに打ち込むことで、Ps を密度 10¹⁵ cm⁻³で生成する。しかし、こうして得た高密度 Ps であっても、Ps-BEC 実現で求められる陽電子密度の約 1/1,000 である。Ps 生成密度は、入射陽電子密度に比例すると考えられるため、Ps-BEC の実現には、バンチ密度/輝度を従来法の 1,000 倍増強する必要がある。

(なお、輝度とは、単位面積・単位発散角・単位時間あたりの粒子数を意味するが、本報告書では、単位面積・単位時間あたりの粒子数に対しても用いることがある。)

我々のチームでは、陽電子顕微鏡の実用化で、独自の陽電子ビーム輝度増強技術を有していた。この輝度増強技術を応用することで、従来法で得た陽電子バンチの輝度をさらに増強できる可能性がある。一方、Ps-BEC の実現に適した陽電子-Ps コンバーター、および Ps 高速冷却技術に関しては、我々のチームをはじめいくつかの方法が提案されていたが、特に実験的研究はほとんどなされていなかった。本研究では、Ps-BEC 実現の実験スキームをつくるため、①陽電子バンチ生成・輝度増強、②陽電子-Ps コンバーター、③Ps 高速冷却法の要素技術開発に取り組んだ。

2. 研究の目的

本研究の目的は、我々が検討中の Ps-BEC 実現のための実験スキームで鍵となる要素技術(項目①~③)を開発することである。検討中の実験スキームの概念図を図1に示す。

項目①~③ごとの研究目的を以下に記す。なお、項目①と②は、図1中に示すように、さらに2項目に分割する。

①-1: 陽電子バンチ生成技術の開発

リニアックベース陽電子源から得た低速陽電子の陽電子蓄積技術、さらに蓄積装置からのバンチ発生技術を開発する。従来法では、放射性同位体(RI)を用いて生成した低速陽電子ビームを、陽電子蓄積装置に蓄えた後、短時間のうちに引き出してバンチを得ている。一般に、RI を用いる陽電子源は、最大で毎秒~10⁶個の低速陽電子を生成できる。一方で、産業技術総合研究所(産総研)や高エネルギー加速器研究機構(KEK)のような電子加速器(リニアック)を用いた陽電子源の生成量は、さらに二桁大きい。すなわち、リニアックベース陽電子源で生成した低速陽電子の蓄積法を開発できれば、陽電子蓄積数や蓄積速度の点で、従来法を大きく改善できる可能性がある。ただし、リニアック陽電子源は、RI 陽電子源と比較すると、生成する低速陽電子ビームの品質が

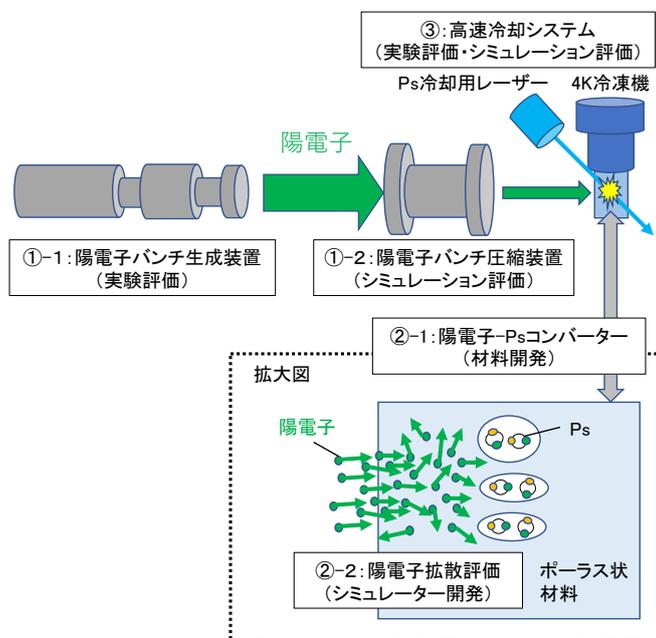


図1: Ps-BEC 実現の実験スキーム概要図。

悪い（エネルギー幅が広くビーム径も大きい）ことで、上手く蓄積できない可能性もある。

①-2：陽電子バンチ輝度増強技術の開発

陽電子バンチの輝度増強法を開発する。従来法では、強磁場で陽電子バンチを集束する。バンチ径を1/10倍に縮小し、出発点とターゲットの磁場比（100倍）で断面密度を増加する。しかし、それ以上の高密度化は難しい（図2(a)）。我々

の提案する方法（図2(b)）では、倍率1/20倍のレンズを用いて、バンチの断面密度を400倍に増強する。さらに、レンズ直後に設置した減速材（金属箔：100—200 nm厚）を透過させてビームの発散角を小さくすることで、下流側に平行度の良いビームを引出す。このため、繰り返し何度でもレンズを通して集束できる。なお、減速材での消滅で、陽電子数は20%にまで減るが、最終的な密度では、レンズ集束による輝度増強効果の方が圧倒的に大きい。なお、ビームエネルギーは5keVとする。理由は、減速材効率が最大(20%)となり、陽電子・Psコンバーター（ターゲット）中の陽電子飛程も適切（数百nm）だからである。レンズ倍率(1/20)は、空間電荷効果の無視できる産総研陽電子顕微鏡での実績値である。一方、超高輝度陽電子バンチの形成では、空間電荷効果を考慮した新光学系の設計が必要である。また、最終的に必要な輝度増強の段数（図2(b)では2段で描かれている）を明らかにする必要がある。

②-1：陽電子・Psコンバーターの開発

Ps-BECの実現に適した陽電子・Psコンバーターを開発する。開発すべき材料は、陽電子・Ps変換効率が大きく（数十%）、Psを保持できる適切なサイズのポア（50—100 nm）を有し、さらに高速冷却法で使用を検討中の冷却レーザーに対して透明である必要がある。

②-2：コンバーター中の陽電子拡散シミュレーターの開発

陽電子・Psコンバーター中での陽電子拡散シミュレーターを開発する。高密度陽電子バンチをコンバーターに打ち込んだ際、個々の陽電子が周囲の電荷分布の影響を受けて、拡散することが予期される。最終的な陽電子の入射分布を見積もることが、生成するPs密度分布の解析の第一歩である。

③Ps高速冷却法の開発

Psの熱化とレーザー冷却による冷却速度を評価する。我々のチームでは、Psをコンバーター中での熱化とレーザー冷却とのコンビネーションで冷却する方法を提案してきたが、実際の冷却速度については明らかになっていなかった。特に、熱化速度の評価については、室温以上の範囲においては、過去に複数の研究チームによってなされていたが、室温以下の低温での評価はなされていなかった。一方、レーザー冷却については、Psの冷却速度については計算評価できるものの、BEC臨界温度に到達するまでに要するレーザー照射時間については、レーザーパワー、Ps初期温度、Ps初期密度や寿命減衰によって大きく変わるため、適切な変数について検討して、計算評価する必要がある。

3. 研究の方法

①-1：陽電子バンチ生成技術の開発

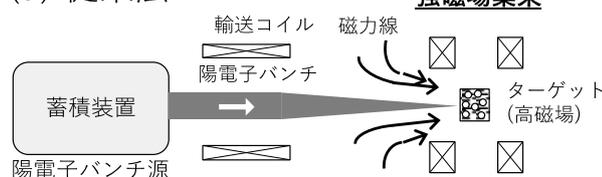
産総研のリニアックベース陽電子源に、窒素ガス冷却式陽電子蓄積装置を接続し、実験的に陽電子蓄積技術の開発を行った。また、蓄積した陽電子をバンチとして引き出す技術の開発も行った。

①-2：陽電子バンチ輝度増強技術の開発

設計仕様を決定するため、ビーム径方程式を用いた軌道計算に加え、空間電荷効果を考慮し、必要な輝度増強の段数を評価した。

②-1：陽電子・Psコンバーターの開発

(a) 従来法



(b) 提案法

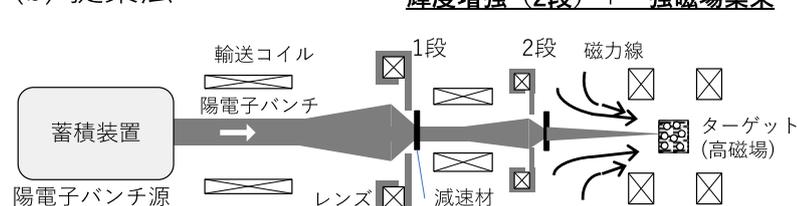


図2：陽電子バンチ輝度増強法。

コンバーターとしてシリカエアロゲルに着目し、陽電子寿命法による Ps 生成効率、空隙サイズ評価、分光光度計による冷却レーザー波長(243nm)付近での透過率の評価を行った。

②-2：コンバーター中の陽電子拡散シミュレーターの開発

PHITS (Particle and Heavy Ion Transport code System)をベースに開発された、電子の水中での飛跡を評価するための動的モンテカルロ計算コード[Phys. Chem. Chem. Phys. 20, 2838 (2018)]を、高密度陽電子バンチのシミュレーション用に改造した。本計算コードは、電子の衝突過程に加え、電子-電子・電子-正イオン間クーロン相互作用を考慮し、ニュートン方程式を解くことで、電子の動的挙動を計算している。電子の衝突断面積を陽電子に置き換える等のプログラム修正を行った。

③：Ps 高速冷却法の開発

コンバーター材料(シリカエアロゲル)中における Ps 冷却速度の材料温度依存性を実験的に評価した。レーザー冷却に要する時間を、計算パラメーターを検討して進めた。

4. 研究成果

①-1：陽電子バンチ生成技術の開発

産総研のリニアックベース陽電子ビーム利用施設にて、窒素ガス冷却式蓄積装置を開発した(図3)。実際に、リニアックで生成した陽電子ビームを蓄積装置で蓄積することに成功した。蓄積効率・蓄積寿命ともに、RI ベース陽電子源を用いた先行研究には及ばないものの、実験パラメーターの調整により、改善が可能だと考えている。さらに、蓄積した陽電子に回転電場を印加することで、径方向に圧縮することにも成功し、数ナノ秒幅の高密度バンチビームを引き出すことに成功した。このため、今後の高密度 Ps 実現に向けて、リニアックベース陽電子源と蓄積装置を用いたバンチ生成法は、有効であるとの結論に至った。

今後、実験パラメーターの最適化による蓄積効率と蓄積寿命の改善に取り組む予定である。研究結果の一部は、論文[Appl. Phys. Express, 13, 066003, (2020)]で発表した。

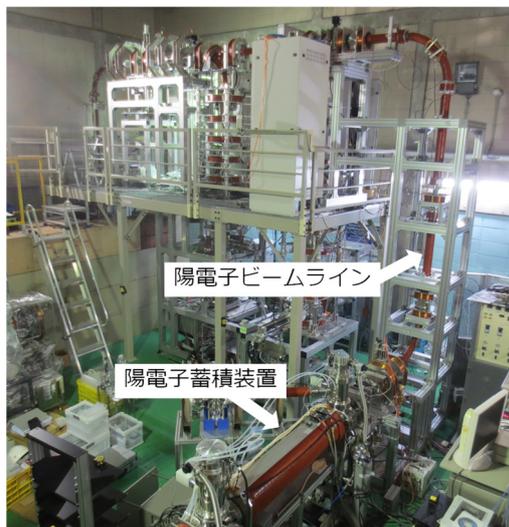


図3：産総研で開発した実験システム。

①-2：陽電子バンチ輝度増強技術の開発

蓄積装置から、陽電子 10^8 個を含むバンチが引き出されると想定して、輝度増強システムの計算評価を行った。空間電荷効果の検討には、空間電荷制限電流条件、ブリュリアン流の磁場条件による簡易的評価を行い、特にビーム集束スポット付近では、ビーム径方程式に空間電荷効果を取り入れた解析も進めた。計算では、産総研の陽電子顕微鏡用に開発された磁気レンズ[J. Appl. Phys. 103, 094916, (2008)]を使用し、再減速材効率は理想的な値(20%)とした。計算の結果、2段の輝度増強システムでは、陽電子バンチのパルス時間幅が10 ns程度にまで短くなると、空間電荷効果によるビーム発散への悪影響が無視できなくなることがわかった。一方で、研究項目③で進めたレーザー冷却のシミュレーション評価にて、Ps が BEC 臨界条件に到達するのはレーザー照射開始して350 ns程度経過後と試算された。このため、2段の輝度増強であれば、50 ns程度の時間幅(350 nsよりは十分短く10 nsよりは十分長い)のバンチを用いることで、空間電荷効果の影響をほとんど受けない光学系が設計できることがわかった。最終的には、図2(b)に示す方法にて、Ps-BEC で必要とされる高輝度バンチが得られることがわかり、設計指針を明確にすることができた。

今後の課題は、減速材の真空中アニーリング方法や、ビーム径の観測方法等の工学的課題を解決しながら具体的設計を行うことである。研究結果の一部は、国際会議[The 18th International Conference on Positron Annihilation (ICPA-18, 2018)]等で発表した。

②-1：陽電子-Ps コンバーターの開発

超高密度 Ps 生成に適した Ps 生成・閉じ込めターゲットとして、微細加工を行った機能性シリカガラスと石英基板上に生成した多孔質シリカ薄膜の2材料を並行して開発した。前者では新規材料である可塑性 SiO_2/PVA 重合体にシリコンモールドをプレスし、ナノインプリントによって微細穴加工した材料の作成に成功し、適切な表面研磨法を確立した。一方後者は伝統的なゾル-ゲル法によって多孔質シリカを石英基板上に成膜した。試作した後者試料の Ps 生成効率の材

料温度依存性、及び陽電子ビーム照射エネルギー依存性について、東京大学（東大）の陽電子寿命測定装置、産総研と KEK の低速陽電子施設を用いて測定を行い、超高密度 Ps 生成・閉じ込め材料として良好な性質を有することが確認できた。また、両試料ともに、分光光度計による分析の結果、冷却レーザー波長(243nm)付近で良好な光の透過性能を示したことから、後者手法では陽電子-Ps コンバーター材としての有力な材料の開発に成功したといえる。

今後の課題は、前者試料における Ps 生成効率の評価および両試料に高密度陽電子を照射した際の劣化等の解析・評価である。研究結果の一部は、国内会議[日本物理学会第 74 回年次大会(2019)]等で発表した。

②-2：コンバーター中の陽電子拡散シミュレーターの開発

陽電子バンチを陽電子-Ps コンバーター（ターゲット）に打ち込んだ際の陽電子減速拡散シミュレーター（モンテカルロ計算コード）を開発した。本シミュレーターは、ターゲット中における陽電子衝突のみならず、クーロン斥力における空間電荷効果を取り入れることが可能であるため、陽電子バンチ発生装置と Ps 生成ターゲットの開発の大幅な効率化を実現できる。

開発した陽電子減速拡散シミュレーターを利用した研究をして、5 keV の陽電子を真空領域から標的に照射した場合、陽電子は衝突による減速を繰り返し、10 ピコ秒経過すると 10 meV 程度にまで減速することが分かった。その際、陽電子の個数や密度の初期設定が、陽電子の材料内の拡散に影響する様子が確認された。

今後の課題は、様々な初期条件の下（陽電子ターゲット材料種依存性や陽電子バンチ密度依存性など）で計算を行い、陽電子バンチの照射後の密度分布を解析することである。また、シミュレーターで計算する陽電子数を増加するため、計算コードの短縮化と並列化を実施する。研究結果の一部は、国内会議[第56回アイソトープ放射線研究発表会(2019)]等で発表した。

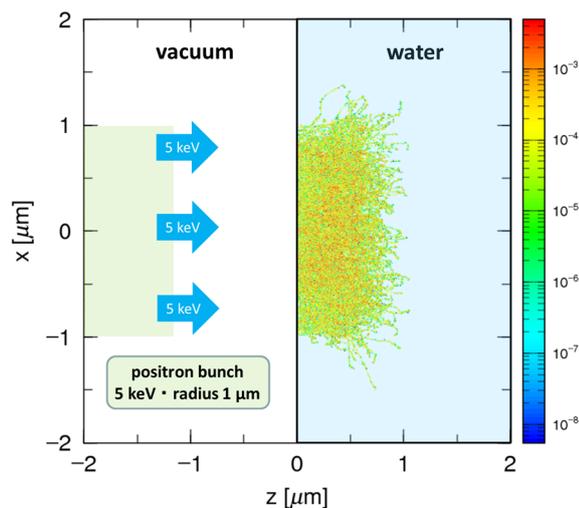


図 4：5 keV 陽電子のエネルギー付与分布例。

③：Ps 高速冷却法の開発

東大にて、Ps 冷却速度測定システムを開発し、Ps 冷却速度の陽電子-Ps コンバーター材料の温度依存性（室温～25 K まで）を測定した。低温側で、Ps 冷却速度がゆっくりとなることが実験的に明かとなり、Ps-BEC 実現の実験スキームにおいてレーザー冷却の必要性が確認できた。

KEK の陽電子利用施設を用いて、Ps とレーザーとの相互作用を確認する実験を行った（図 5）。陽電子バンチと同期したパルスレーザーを用いて、真空中で Ps の 1S 状態から 2P 状態への遷移実験を行うとともに、新規開発した Ps 生成材である多孔質シリカエアロゲルの空孔中でも同様の遷移実験を行った。その結果、シリカエアロゲル空孔中では 2P 状態に遷移された Ps が瞬時に消滅し、Ps-BEC 実現の阻害要因となることが新たに判明した。この 2P 状態の消滅率を詳細に調べた結果、Ps の温度や空孔表面の Ps に対する仕事関数に依存することを示唆するなど、材料改良のための重要な知見を得ることができた。

今後の課題は、2P 状態の消滅率の影響因子を突き止めることである。研究結果の一部は、報告書[Photon Factory Activity Report 2019 #37(2020)]等で発表した。

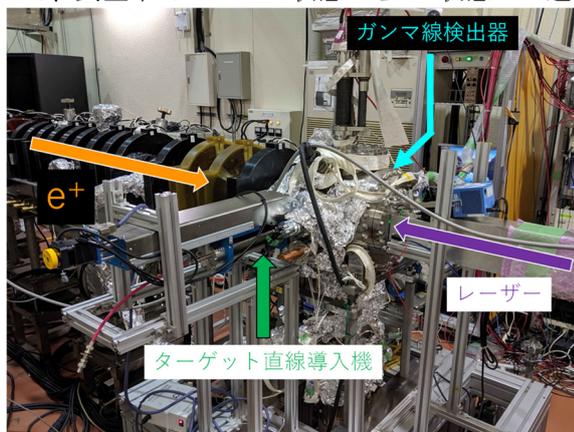


図 5：KEK で開発した実験システム。

以上のように、Ps-BEC を実現する実験スキームを考案し、そこで必要となる要素技術（①～③）の研究を進め著しい進展があった。今回の研究で、新たな課題も見つかったが、Ps-BEC 実現の実験スキームは現実味を帯びてきており、今後も本研究を継続・推進する予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 大島 永康	4. 巻 69
2. 論文標題 空孔評価のための陽電子マイクロビーム技術	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 計量標準と計量管理	6. 最初と最後の頁 56, 58
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 -
1. 著者名 石田 明、橋立 佳央理、山田 恭平、周 健治、難波 俊雄、浅井 祥仁、五神 真、田島 陽平、蔡 恩美、吉岡 孝高、大島 永康、オローク ブライアン、満汐 孝治、伊藤 賢志、熊谷 和博、鈴木 良一、藤野 茂、兵頭 俊夫、望月 出海、和田 健、甲斐 健師	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 ポジトロニウムのレーザー冷却	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Photon Factory Activity Report 2019	6. 最初と最後の頁 印刷中
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 -
1. 著者名 周 健治、山田 恭平、橋立 佳央理、石田 明、難波 俊雄、浅井 祥仁、五神 真、田島 陽平、蔡 恩美、吉岡 孝高、大島 永康、オローク ブライアン、満汐 孝治、伊藤 賢志、熊谷 和博、鈴木 良一、藤野 茂、兵頭 俊夫、望月 出海、和田 健、甲斐 健師	4. 巻 37
2. 論文標題 物質反物質非対称性探索を目指したポジトロニウムのレーザー冷却	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Photon Factory News	6. 最初と最後の頁 23, 26
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.35848/1882-0786/ab939f	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 -
1. 著者名 Hiroyuki Higaki, Koji Michishio, Kaori Hashidate, Akira Ishida, Nagayasu Oshima	4. 巻 13
2. 論文標題 Accumulation of LINAC based low energy positrons in a buffer gas trap	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 066003-1,4
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.35848/1882-0786/ab939f	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 A. Ishida, K. Shu, T. Murayoshii, F. Xing, T. Namba, S. Asai, K. Yoshioka, M. Kuwata-Gonokami, N. Oshima, B. E. O'Rourke, R. Suzuki	4. 巻 7
2. 論文標題 Study on positronium Bose-Einstein condensation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 JJAP Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 011001-1, 10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/JJAPCP.7.011001	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 Kuzuya Y., Oshima N., Kinomura A., Yabuuchi A.	4. 巻 132
2. 論文標題 Design of an Acceleration Gap for Brightness Enhancement in a Reactor-Based Slow Positron Beamline	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Acta Physica Polonica A	6. 最初と最後の頁 1620 ~ 1624
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.12693/APhysPoIA.132.1620	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61件 (うち招待講演 10件 / うち国際学会 16件)

1. 発表者名 山田 恭平, 周 健治, 橋立 佳央理, 石田 明, 難波 俊雄, 浅井 祥仁, 五神 真, 田島 陽平, 蔡 恩美, 吉岡 孝高, 大島 永康, オローク ブライアン, 満汐 孝治, 伊藤 賢志, 熊谷 和博, 鈴木 良一, 藤野 茂, 兵頭 俊夫, 望月 出海, 和田 健, 甲斐 健師
2. 発表標題 ボース・アインシュタイン凝縮を目指したポジトロニウム冷却I
3. 学会等名 第56回アイソトープ・放射線研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 周 健治, 山田 恭平, 橋立 佳央理, 石田 明, 難波 俊雄, 浅井 祥仁, 五神 真, 田島 陽平, 蔡 恩美, 吉岡 孝高, 大島 永康, オローク ブライアン, 満汐 孝治, 伊藤 賢志, 熊谷 和博, 鈴木 良一, 藤野 茂, 兵頭 俊夫, 望月 出海, 和田 健, 甲斐 健師
2. 発表標題 ボース・アインシュタイン凝縮を目指したポジトロニウム冷却II
3. 学会等名 第56回アイソトープ・放射線研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 橋立 佳央理, 周 健治, 山田 恭平, 石田 明, 難波 俊雄, 浅井 祥仁, 五神 真, 田島 陽平, 蔡 恩美, 吉岡 孝高, 大島 永康, オローク ブライアン, 満汐 孝治, 伊藤 賢志, 熊谷 和博, 鈴木 良一, 藤野 茂, 兵頭 俊夫, 望月 出海, 和田 健, 甲斐 健師
2. 発表標題 ボース・アインシュタイン凝縮を目指したポジトロニウム冷却III
3. 学会等名 第56回アイソトープ・放射線研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 満汐 孝治、小林 慶規、オローク・ブライアン、鈴木 良一、大島 永康
2. 発表標題 産総研 低速陽電子ビーム利用施設の現状 -寿命測定装置開発とビームライン整備-
3. 学会等名 第56回アイソトープ・放射線研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 甲斐 健師、石田 明、大島 永康
2. 発表標題 高密度陽電子パンチシミュレーションコードの開発
3. 学会等名 第56回アイソトープ・放射線研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大島 永康、満汐 孝治、オローク・ブライアン、鈴木 良一
2. 発表標題 産総研電子加速器ベース低速陽電子利用施設の現状
3. 学会等名 第16回日本加速器学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 A. Ishida, K. Shu, K. Yamada, K. Hashidate, T. Namba, S. Asai, M. Kuwata-Gonokami, Y. Tajima, E. Chae, K. Yoshioka, N. Oshima, B. E. O'Rourke, K. Michishio, K. Ito, K. Kumagai, R. Suzuki, S. Fujino, T. Hyodo, I. Mochizuki, K. Wada, T. Kai
2. 発表標題 Experimental progress towards positronium Bose-Einstein condensation
3. 学会等名 8th International Conference on New Frontiers in Physics (ICNFP 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 A. Ishida, K. Shu, K. Yamada, K. Hashidate, T. Namba, S. Asai, M. Kuwata-Gonokami, Y. Tajima, E. Chae, K. Yoshioka, N. Oshima, B. E. O'Rourke, K. Michishio, K. Ito, K. Kumagai, R. Suzuki, S. Fujino, T. Hyodo, I. Mochizuki, K. Wada, T. Kai
2. 発表標題 Recent progress towards positronium Bose-Einstein condensation
3. 学会等名 15th International Workshop on Positron Beam Techniques and Applications (SLOPOS-15) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Koji Michishio, Brian E. O'Rourke, Yoshinori Kobayashi, Ryoichi Suzuki, Nagayasu Oshima
2. 発表標題 Current status of the AIST slow positron facility
3. 学会等名 15th International Workshop on Positron Beam Techniques and Applications (SLOPOS-15) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 オローク・ブライアン、満汐 孝治、小林 慶規、鈴木 良一、大島 永康
2. 発表標題 産総研の低速陽電子ビーム施設
3. 学会等名 JASIS 2019 コンファレンス 分析計測標準研究部門 第5回シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石田 明, 周 健治, 山田 恭平, 橋立 佳央理, 難波 俊雄, 浅井 祥仁, 五神 真, 田島 陽平, 蔡 恩美, 吉岡 孝高, 大島 永康, オローク ブライアン, 満汐 孝治, 伊藤 賢志, 熊谷 和博, 鈴木 良一, 藤野 茂, 兵頭 俊夫, 望月 出海, 和田 健, 甲斐 健師
2. 発表標題 ボース・アインシュタイン凝縮を目指した高密度・低温ポジトロニウム生成
3. 学会等名 日本物理学会2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 甲斐 健師, 石田 明, 大島 永康
2. 発表標題 凝縮相における高密度陽電子パンチシミュレーションコードの開発
3. 学会等名 日本物理学会2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田 恭平, 周 健治, 橋立 佳央理, 石田 明, 難波 俊雄, 浅井 祥仁, 五神 真, 田島 陽平, 蔡 恩美, 吉岡 孝高, 大島 永康, オローク ブライアン, 満汐 孝治, 伊藤 賢志, 熊谷 和博, 鈴木 良一, 藤野 茂, 兵頭 俊夫, 望月 出海, 和田 健, 甲斐 健師
2. 発表標題 ボース・アインシュタイン凝縮を目指したポジトロニウム冷却I
3. 学会等名 日本物理学会2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 周 健治, 山田 恭平, 橋立 佳央理, 石田 明, 難波 俊雄, 浅井 祥仁, 五神 真, 田島 陽平, 蔡 恩美, 吉岡 孝高, 大島 永康, オローク ブライアン, 満汐 孝治, 伊藤 賢志, 熊谷 和博, 鈴木 良一, 藤野 茂, 兵頭 俊夫, 望月 出海, 和田 健, 甲斐 健師
2. 発表標題 ボース・アインシュタイン凝縮を目指したポジトロニウム冷却II
3. 学会等名 日本物理学会2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 A. Ishida, K. Shu, K. Yamada, K. Hashidate, T. Namba, S. Asai, M. Kuwata-Gonokami, Y. Tajima, E. Chae, K. Yoshioka, N. Oshima, B. E. O'Rourke, K. Michishio, K. Ito, K. Kumagai, R. Suzuki, S. Fujino, T. Hyodo, I. Mochizuki, K. Wada, T. Kai
2. 発表標題 Experimental progress towards positronium Bose-Einstein condensation
3. 学会等名 4th Japan-China Joint Workshop on Positron Science (JWPS 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nagayasu Oshima
2. 発表標題 Positron microbeam experiments in AIST
3. 学会等名 4th Japan-China Joint Workshop on Positron Science (JWPS 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Koji Michishio
2. 発表標題 A high-quality and energy-tunable positronium beam and its applications
3. 学会等名 4th Japan-China Joint Workshop on Positron Science (JWPS 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Shu, K. Yamada, K. Hashidate, A. Ishida, T. Namba, S. Asai, M. Kuwata-Gonokami, Y. Tajima, E. Chae, K. Yoshioka, N. Oshima, B. E. O'Rourke, K. Michishio, K. Ito, K. Kumagai, R. Suzuki, S. Fujino, T. Hyodo, I. Mochizuki, K. Wada, T. Kai
2. 発表標題 Excitation of positronium by laser for efficient cooling
3. 学会等名 4th Japan-China Joint Workshop on Positron Science (JWPS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Yamada, K. Shu, K. Hashidate, A. Ishida, T. Namba, S. Asai, M. Kuwata-Gonokami, Y. Tajima, E. Chae, K. Yoshioka, N. Oshima, B. E. O'Rourke, K. Michishio, K. Ito, K. Kumagai, R. Suzuki, S. Fujino, T. Hyodo, I. Mochizuki, K. Wada, T. Kai
2. 発表標題 Development of cooling laser for positronium Bose-Einstein condensation
3. 学会等名 4th Japan-China Joint Workshop on Positron Science (JWPS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Hashidate, K. Shu, K. Yamada, A. Ishida, T. Namba, S. Asai, M. Kuwata-Gonokami, Y. Tajima, E. Chae, K. Yoshioka, N. Oshima, B. E. O'Rourke, K. Michishio, K. Ito, K. Kumagai, R. Suzuki, S. Fujino, T. Hyodo, I. Mochizuki, K. Wada, T. Kai
2. 発表標題 Development of focusing lens for high-density positron beam
3. 学会等名 4th Japan-China Joint Workshop on Positron Science (JWPS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 桧垣 浩之、満汐 孝治、橋立 佳央理、石田 明、大島 永康
2. 発表標題 線形加速器を用いた低エネルギー陽電子蓄積実験
3. 学会等名 第36回 プラズマ・核融合学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石田 明, 周 健治, 山田 恭平, 橋立 佳央理, 難波 俊雄, 浅井 祥仁, 五神 真, 田島 陽平, 蔡 恩美, 吉岡 孝高, 大島 永康, オローク ブライアン, 満汐 孝治, 伊藤 賢志, 熊谷 和博, 鈴木 良一, 藤野 茂, 兵頭 俊夫, 望月 出海, 和田 健, 甲斐 健師
2. 発表標題 ボース・アインシュタイン凝縮実現のためのポジトロニウム冷却
3. 学会等名 京都大学複合原子力科学研究所専門研究会 「陽電子科学とその理工学への応用」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大島 永康、オローク・ブライアン、満汐 孝治、折原拓磨、佐藤公法
2. 発表標題 陽電子ビームを用いた消滅ガンマ線ドブラー広がりシステム
3. 学会等名 2019年度計量標準総合センター成果発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 周 健治, 山田 恭平, 橋立 佳央理, 石田 明, 難波 俊雄, 浅井 祥仁, 五神 真, 田島 陽平, 蔡 恩美, 吉岡 孝高, 大島 永康, オローク ブライアン, 満汐 孝治, 伊藤 賢志, 熊谷 和博, 鈴木 良一, 藤野 茂, 兵頭 俊夫, 望月 出海, 和田 健, 甲斐 健師
2. 発表標題 高速レーザー冷却を目指したポジトロニウムのレーザー励起
3. 学会等名 2019年度量子ビームサイエンスフェスタ
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 満汐 孝治、オローク・ブライアン、大島 永康
2. 発表標題 産総研・低速陽電子ビーム施設
3. 学会等名 2019年度量子ビームサイエンスフェスタ
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 ボース・アインシュタイン凝縮を目指したポジトロニウム冷却I
2. 発表標題 橋立 佳央理, 周 健治, 山田 恭平, 石田 明, 難波 俊雄, 浅井 祥仁, 五神 真, 田島 陽平, 蔡 恩美, 吉岡 孝高, 大島 永康, オローク ブライアン, 満汐 孝治, 伊藤 賢志, 熊谷 和博, 鈴木 良一, 藤野 茂, 兵頭 俊夫, 望月 出海, 和田 健, 甲斐 健師
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会 (2020年)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 ボース・アインシュタイン凝縮を目指したポジトロニウム冷却II
2. 発表標題 山田 恭平, 周 健治, 橋立 佳央理, 石田 明, 難波 俊雄, 浅井 祥仁, 五神 真, 田島 陽平, 蔡 恩美, 吉岡 孝高, 大島 永康, オローク ブライアン, 満汐 孝治, 伊藤 賢志, 熊谷 和博, 鈴木 良一, 藤野 茂, 兵頭 俊夫, 望月 出海, 和田 健, 甲斐 健師
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会 (2020年)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 ボース・アインシュタイン凝縮を目指したポジトロニウム冷却III
2. 発表標題 周 健治, 山田 恭平, 橋立 佳央理, 石田 明, 難波 俊雄, 浅井 祥仁, 五神 真, 田島 陽平, 蔡 恩美, 吉岡 孝高, 大島 永康, オローク ブライアン, 満汐 孝治, 伊藤 賢志, 熊谷 和博, 鈴木 良一, 藤野 茂, 兵頭 俊夫, 望月 出海, 和田 健, 甲斐 健師
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会 (2020年)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大島永康, 石田明
2. 発表標題 ガンマ線レーザー実現に向けた高効率ポジトロニウム生成材料の開発
3. 学会等名 第2回TIAかけはし成果報告会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 周 健治, 石田 明, 難波 俊雄, 浅井 祥仁, 蔡 恩美, 吉岡 孝高, 五神 真, 大島 永康, オローク ブライアン, 満汐 孝治, 伊藤 賢 志, 熊谷 和博, 鈴木 良一, 藤野 茂, 兵頭 俊夫, 望月 出海, 和田 健
2. 発表標題 ボース・アインシュタイン凝縮実現を目指したポジトロニウム冷却
3. 学会等名 第55回アイソトープ・放射線研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 N. Oshima, Y. Kuzuya, B. E. O'Rourke, K. Michishio, R. Suzuki, A. Kinomura, K. Shu, A. Ishida, T. Namba, S. Asai
2. 発表標題 Study of a brightness enhancement technique of a positron beam for generating high density positronium
3. 学会等名 18th International Conference on Positron Annihilation (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Shu, K. Yamada, A. Ishida, T. Namba, S. Asai, E. Chae, K. Yoshioka, M. Kuwata-Gonokami, N. Oshima, B. E. O'Rourke, K. Michishio, K. Ito, K. Kumagai, R. Suzuki, S. Fujino, T. Hyodo, I. Mochizuki, K. Wada, K. Kawai
2. 発表標題 Development of cooling system for positronium
3. 学会等名 18th International Conference on Positron Annihilation (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 A. Ishida, K. Shu, K. Yamada, T. Namba, S. Asai, E. Chae, K. Yoshioka, M. Kuwata-Gonokami, N. Oshima, B. E. O'Rourke, K. Michishio, K. Ito, K. Kumagai, R. Suzuki, S. Fujino, T. Hyodo, I. Mochizuki, K. Wada, K. Kawai
2. 発表標題 Positron focusing system and positronium thermalization measurement for realizing positronium Bose-Einstein condensation
3. 学会等名 18th International Conference on Positron Annihilation (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 周 健治, 山田 恭平, 石田 明, 難波 俊雄, 浅井 祥仁, 田島 陽平, 蔡 恩美, 吉岡 孝高, 五神 真, 大島 永康, オローク ブライアン, 満汐 孝治, 伊藤 賢志, 熊谷 和博, 鈴木 良一, 藤野 茂, 川合 健太郎, 兵頭 俊夫, 望月 出海, 和田 健
2. 発表標題 ボース・アインシュタイン凝縮を目指したポジトロニウム冷却
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 山田 恭平, 周 健治, 橋立 佳央理, 石田 明, 難波 俊雄, 浅井 祥仁, 五神 真, 田島 陽平, 蔡 恩美, 吉岡 孝高, 大島 永康, オローク ブライアン, 満汐 孝治, 伊藤 賢志, 熊谷 和博, 鈴木 良一, 藤野 茂, 兵頭 俊夫, 望月 出海, 和田 健
2. 発表標題 ボース・アインシュタイン凝縮を目指したポジトロニウム冷却I
3. 学会等名 京大複合原子力科学研究所専門研究会「陽電子科学とその理工学への応用」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 周 健治, 山田 恭平, 橋立 佳央理, 石田 明, 難波 俊雄, 浅井 祥仁, 五神 真, 田島 陽平, 蔡 恩美, 吉岡 孝高, 大島 永康, オローク ブライアン, 満汐 孝治, 伊藤 賢志, 熊谷 和博, 鈴木 良一, 藤野 茂, 兵頭 俊夫, 望月 出海, 和田 健
2. 発表標題 ボース・アインシュタイン凝縮を目指したポジトロニウム冷却II
3. 学会等名 京大複合原子力科学研究所専門研究会「陽電子科学とその理工学への応用」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Yamada, K. Shu, K. Hashidate, A. Ishida, T. Namba, S. Asai, M. Kuwata-Gonokami, Y. Tajima, C. Eumni, K. Yoshioka, N. Oshima, B E O' Rourke, K. Michishio, K. Ito, K. Kumagai, R. Suzuki, S. Fujino, T. Hyodo, I. Mochizuki, K. Wada
2. 発表標題 Recent Progress towards Positronium Bose-Einstein Condensation
3. 学会等名 The 11th International Workshop on Fundamental Physics Using Atoms (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 周 健治, 山田 恭平, 橋立 佳央理, 石田 明, 難波 俊雄, 浅井 祥仁, 五神 真, 田島 陽平, 蔡 恩美, 吉岡 孝高, 大島 永康, オローク ブライアン, 満汐 孝治, 伊藤 賢志, 熊谷 和博, 鈴木 良一, 藤野 茂, 兵頭 俊夫, 望月 出海, 和田 健, 甲斐 健師
2. 発表標題 ポジトロニウムによるボース・アインシュタイン凝縮実現を目指した研究
3. 学会等名 第4回TIA光・量子計測シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 周健治, 石田明, 村吉諄之, 難波俊雄, 浅井祥仁, 蔡恩美, 吉岡孝高, 大島永康, オロークブライアン, 満汐孝治, 伊藤賢志, 熊谷和博, 藤野茂, 兵頭俊夫, 望月出海, 和田健, 川合健太郎
2. 発表標題 ポジトロニウムレーザー冷却のための新しいシリカキャビティとガンマ線検出手法の試験
3. 学会等名 2018年度量子ビームサイエンスフェスタ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田恭平, 周健治, 橋立佳央理, 石田明, 難波俊雄, 浅井祥二, 田島陽平, 蔡恩美, 吉岡孝高, 大島永康, オロークブライアン, 満汐孝治, 伊藤賢志, 兵頭俊夫, 望月出海, 和田健
2. 発表標題 ポジトロニウムのレーザー冷却に向けた陽電子ビームの空間及び時間性能の向上
3. 学会等名 2018年度量子ビームサイエンスフェスタ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石田明, 周健治, 山田恭平, 橋立佳央理, 難波俊雄, 浅井祥仁, 五神真, 田島陽平, 蔡恩美, 吉岡孝高, 大島永康, オロークブライアン, 満汐孝治, 伊藤賢志, 熊谷和博, 鈴木良一, 藤野茂, 兵頭俊夫, 望月出海, 和田健, 甲斐健師
2. 発表標題 ボース・アインシュタイン凝縮を目指した高密度ポジトロニウム生成材料の開発
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 甲斐健師, 石田明, 大島永康
2. 発表標題 凝縮相における陽電子減速シミュレーション
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 周 健治, 山田 恭平, 橋立 佳央理, 石田 明, 難波 俊雄, 浅井 祥仁, 五神 真, 田島 陽平, 蔡 恩美, 吉岡 孝高, 大島 永康, オローク ブライアン, 満汐 孝治, 伊藤 賢志, 熊谷 和博, 鈴木 良一, 藤野 茂, 兵頭 俊夫, 望月 出海, 和田 健
2. 発表標題 ボース・アインシュタイン凝縮を目指したポジトロニウム冷却 I
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 橋立 佳央理, 周 健治, 山田 恭平, 石田 明, 難波 俊雄, 浅井 祥仁, 五神 真, 田島 陽平, 蔡 恩美, 吉岡 孝高, 大島 永康, オローク ブライアン, 満汐 孝治, 伊藤 賢志, 熊谷 和博, 鈴木 良一, 藤野 茂, 兵頭 俊夫, 望月 出海, 和田 健
2. 発表標題 ボース・アインシュタイン凝縮を目指したポジトロニウム冷却 II
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 山田恭平, 周健治, 橋立佳央理, 石田明, 難波俊雄, 浅井祥仁, 五神真, 田島陽平, 蔡恩美, 吉岡孝高, 大島永康, オロークブライアン, 満汐孝治, 伊藤賢志, 熊谷和博, 鈴木良一, 藤野茂, 兵頭俊夫, 望月出海, 和田健
2. 発表標題 ボース・アインシュタイン凝縮を目指したポジトロニウム冷却III
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 A. Ishida, K. Shu, T. Murayoshi, T. Namba, S. Asai, E. Chae, K. Yoshioka, M. Kuwata-Gonokami, N. Oshima, B. E. O'Rourke, K. Michishio, K. Ito, K. Kumagai, R. Suzuki, S. Fujino, T. Hyodo, I. Mochizuki, K. Wada
2. 発表標題 Recent progress in positronium experiments for Bose-Einstein condensation
3. 学会等名 Low Energy Antiproton Physics Conference 2018 (LEAP 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 A. Ishida, K. Shu, T. Murayoshi, X. Fan, T. Namba, S. Asai, K. Yoshioka, M. Kuwata-Gonokami, N. Oshima, B. E. O' Rourke, R. Suzuki
2. 発表標題 Study on positronium Bose-Einstein condensation
3. 学会等名 The 3rd China-Japan Joint Workshop on Positron Science (JWPS2017) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 K. Shu, X. Fan, T. Murayoshi, A. Ishida, T. Namba, S. Asai, K. Yoshioka, M. Kuwata-Gonokami, N. Oshima, B. E. O' Rourke, R. Suzuki
2. 発表標題 Toward a Realization of Bose-Einstein Condensation of Positronium
3. 学会等名 2nd Jagiellonian Symposium on Fundamental and Applied Subatomic Physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 石田明, 周健治, 村吉諄之, 難波俊雄, 浅井祥仁, 蔡恩美, 吉岡孝高, 五神真, 大島永康, オロークブライアン, 満汐孝治, 伊藤賢志, 熊谷和博, 鈴木良一, 藤野茂, 兵頭俊夫, 望月出海, 和田健
2. 発表標題 ボース・アインシュタイン凝縮を目指したポジトロニウム冷却I
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会(2018年)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 周健治, 村吉諄之, 石田明, 難波俊雄, 浅井祥仁, 蔡恩美, 吉岡孝高, 五神真, 大島永康, オロークブライアン, 満汐孝治, 伊藤賢志, 熊谷和博, 鈴木良一, 藤野茂, 兵頭俊夫, 望月出海, 和田健
2. 発表標題 ボース・アインシュタイン凝縮を目指したポジトロニウム冷却II
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会(2018年)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大島永康, 葛谷佳広, オロークブライアン, 満汐孝治, 鈴木良一, 木野村淳, 周健治, 石田明, 難波俊雄, 浅井祥仁
2. 発表標題 高密度ポジトロニウム生成のための陽電子ビーム高輝度化技術の研究
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会(2018年)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 周健治, 村吉諄之, 石田明, 難波俊雄, 浅井祥仁, 蔡恩美, 吉岡孝高, 五神真, 大島永康, オロークブライアン, 満汐孝治, 伊藤賢志, 熊谷和博, 鈴木良一, 藤野茂, 兵頭俊夫, 望月出海, 和田健
2. 発表標題 ナノ空孔材料を利用した高密度・低温ポジトロニウムの生成
3. 学会等名 第1回産総研微細構造解析プラットフォーム設備利用講習会(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大島永康, オロークブライアン, 満汐孝治, 鈴木良一, 周健治, 石田明, 難波俊雄, 浅井祥仁
2. 発表標題 ガンマ線レーザー実現に向けた高効率ポジトロニウム生成法の開発
3. 学会等名 NMIJ成果報告会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石田明, 周健治, 村吉諄之, 難波俊雄, 浅井祥仁, 吉岡孝高, 五神真, 大島永康, オロークブライアン, 鈴木良一, 藤野茂
2. 発表標題 ボース・アインシュタイン凝縮実現を目指したポジトロニウム冷却
3. 学会等名 京都大学原子炉実験所専門研究会「陽電子科学とその理工学への応用」
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大島永康, オローク・ブライアン, 満汐孝治, 鈴木良一, 周健治, 石田明, 難波俊雄, 浅井祥仁
2. 発表標題 ガンマ線レーザー実現に向けた高効率ポジトロニウム生成材料の開発
3. 学会等名 第9回TIAシンポジウム -TIAが生み出すイノベーション-
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 周健治, 村吉諄之, 石田明, 周健治, 難波俊雄, 浅井祥仁, 吉岡孝高, 五神真, 大島永康, オローク・ブライアン, 鈴木良一, 藤野茂
2. 発表標題 ボース・アインシュタイン凝縮を目指したポジトロニウム冷却
3. 学会等名 第60回放射線化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大島永康, 葛谷佳広, オローク・ブライアン, 満汐孝治, 鈴木良一, 木野村淳, 周 健治, 石田 明, 難波 俊雄, 浅井 祥仁
2. 発表標題 高密度ポジトロニウム生成のための陽電子ビーム高輝度化法の研究
3. 学会等名 第60回放射線化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 周健治, 村吉諄之, 石田明, 難波俊雄, 浅井祥仁, 吉岡孝高, 蔡恩美, 五神真, 大島永康, 満汐孝治, オローク・ブライアン, 鈴木良一, 藤野茂, 望月出海, 兵頭俊夫
2. 発表標題 ボース・アインシュタイン凝縮を目指したポジトロニウム冷却I
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 村吉諄之, 周健治, 石田明, 難波俊雄, 浅井祥仁, 吉岡孝高, 蔡恩美, 五神真
2. 発表標題 ボース・アインシュタイン凝縮を目指したポジトロニウム冷却II
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 周健治, 村吉諄之, 樊星, 石田明, 難波俊雄, 浅井祥仁, 吉岡孝高, 五神真, 大島永康, オローク・ブライアン, 鈴木良一, 藤野茂
2. 発表標題 ボース・アインシュタイン凝縮を目指したポジトロニウム冷却
3. 学会等名 第54回アイソトープ・放射線研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大島永康, 葛谷佳広, オローク・ブライアン, 満汐孝治, 鈴木良一, 木野村淳, 周健治, 石田明, 難波俊雄, 浅井祥仁
2. 発表標題 高密度ポジトロニウム生成のための陽電子ビーム高輝度化法の検討
3. 学会等名 第54回アイソトープ・放射線研究発表会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>ボース・アインシュタイン凝縮を目指したポジトロニウム冷却 (東京大学・浅井研究室 HP) https://tabletop.icepp.s.u-tokyo.ac.jp/Tabletop_experiments/Ps_BEC.html ボース・アインシュタイン凝縮 (BEC) に向けたポジトロニウム冷却 (東京大学助教・石田明 HP) http://www.icepp.s.u-tokyo.ac.jp/~ishida/work/psbec/index_j.html</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
研究分担者	石田 明 (Ishida Akira) (00647670)	東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・助教 (12601)	
研究分担者	満汐 孝治 (Michishio Koji) (10710840)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・計量標準総合センター・主任研究員 (82626)	
研究分担者	O'Rourke Brian (O'Rourke Brian) (60586551)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・計量標準総合センター・主任研究員 (82626)	
研究分担者	甲斐 健師 (Kai Kenji) (70403037)	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構・原子力科学研究所 部門 原子力科学研究所 原子力基礎工学研究センター・研究副主幹 (82110)	