

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 25 日現在

機関番号：32660

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2012～2016

課題番号：24221006

研究課題名(和文) ポジトロニウム負イオンの光脱離を利用したポジトロニウムビーム科学の展開

研究課題名(英文) Evolution of positronium beam science using the technique of photodetachment of positronium negative ions

研究代表者

長嶋 泰之 (Nagashima, Yasuyuki)

東京理科大学・理学部第二部物理学科・教授

研究者番号：60198322

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 167,500,000円

研究成果の概要(和文)：アルカリ金属を蒸着したタンゲステン表面を用いてポジトロニウム負イオンを高効率で生成し、電場で加速した後にレーザー光を照射して光脱離させることによって、高品質エネルギー可変ポジトロニウムビームを生成することに成功した。また、このビームを利用する研究をスタートした。まず、レーザー光の波長を走査しながらポジトロニウムの数を測定することによって、ポジトロニウム負イオンの形状共鳴を観測することに成功した。ポジトロニウムが固体表面で反射する様子や光脱離のレーザー偏光依存性についても調べた。表面におけるポジトロニウムやポジトロニウム負イオン生成に関する研究や陽電子の対消滅に起因するイオン脱離の研究も行った。

研究成果の概要(英文)：We have successfully developed a high quality energy-tunable positronium beam by the photodetachment of accelerated positronium negative ions. This ions were produced efficiently using sodium coated tungsten surfaces. We have started applications of this beam. We have observed a shape resonance of positronium negative ions by scanning laser wave length. Specular reflection of positronium from solid surfaces and the dependence on the polarization of laser light have also been studied. We have studied the formation of neutral positronium atoms and positronium negative ions at surfaces and ion desorption from surfaces induced by positron annihilation.

研究分野：粒子線物理学、陽電子消滅、原子物理学

キーワード：陽電子 ポジトロニウム ポジトロニウム負イオン ポジトロニウムビーム 共鳴 アルカリ金属

1. 研究開始当初の背景

電子の反粒子である陽電子は、金属結晶のフェルミ面の測定や格子欠陥の分析に威力を発揮する。エネルギー可変ビームにすれば、金属や半導体表面近傍の欠陥や結晶構造の分析、表面第1層の元素分析、基礎物理学への応用など、様々な場面で多くの情報をもたらすプローブとして利用することが可能である。ただし電荷をもつため、絶縁体や磁性体表面の分析では威力を完全に発揮できないという問題がある。

電子と陽電子の束縛状態であるポジトロニウムも、物質の分析に利用することが可能である。たとえば、空孔中で生成されたポジトロニウムが自己消滅する場合には、放出される γ 線のエネルギー分布を測定して自己消滅時の運動量分布を求めれば、空孔のサイズ分布を得ることができる。また固体表面から放出されるポジトロニウムのエネルギーを測定すれば、固体中の電子のエネルギー準位に関する情報を引き出すこともできる。ポジトロニウムは、また原子との衝突現象の研究や量子電気力学の検証など、基礎物理学の研究対象としても用いられている。

ポジトロニウムは水素原子様の束縛状態であるが、短時間で消滅して γ 線になる。真空中における平均寿命は、電子と陽電子のスピンの三重項状態をなすパラポジトロニウムでは125psと短い、三重項状態のオルソポジトロニウムでは1000倍以上の142nsである。オルソポジトロニウムを数keVまで加速することができれば、その寿命の間に数メートルも飛行するためビームとして用いることができるようになり、固体表面の新たなプローブとして利用できると考えられる。ポジトロニウムは電子あるいは陽電子を中性化した粒子と位置付けることができ、試料表面が帯電しても入射エネルギーが変化しないため、種々の絶縁体や磁性体材料の分析に利用できるはずである。さらに、基礎物理学の新たな展開への適用も可能である。

低速陽電子を固体に入射すると、表面からポジトロニウムを比較的高い効率で放出させることができる。しかし、中性であるがゆえに、一旦生成した後は自由に加速することができず、エネルギー可変ビームとして用いることは事実上、不可能であった。

申請者は2008年に、ポジトロニウムにさらにもうひとつの電子が束縛したポジトロニウム負イオンを高い効率で生成することに成功した。ポジトロニウム負イオンの高効率生成は、アルカリ金属を蒸着したタングステン表面を用いることで可能となった。2011年には、ポジトロニウム負イオンにレーザー光を照射して電子1個を剥ぎ取ること、すなわち、ポジトロニウム負イオンの光脱離の観測に成功した。この結果は、大量生成したポジトロニウム負イオンを電場で加速したのちに光脱離させることによって、エネルギー可変ポジトロニウムビームの生成が可能であることを示

しており、この技術を確認すれば新たなポジトロニウム科学の展開が可能である。

その一方で、これらの技術開発の要であるアルカリ金属蒸着表面における陽電子の挙動については、何もわかっていないのが現状であった。したがって、アルカリ金属蒸着表面でのポジトロニウム負イオン生成機構は全く理解できていなかった。さらに、ポジトロニウム負イオンそのものについても、夥しい数の理論的研究が行われているにもかかわらず、実験的研究はわずかな消滅率測定を除いては全く行われていなかった。これは、ポジトロニウム負イオンの生成が容易ではなかったためである。申請者が開発してきたポジトロニウム負イオンの生成法を用いて、ポジトロニウム負イオンの科学を展開する必要があった。

2. 研究の目的

本研究は、ポジトロニウム負イオンの光脱離を利用して高品質のエネルギー可変ポジトロニウムビームを開発すること、およびポジトロニウムビームの応用研究をスタートすることを目的として行われた。また、タングステン表面でのポジトロニウム負イオン生成に対するアルカリ金属蒸着の効果について調べる研究や、陽電子が固体表面で引き起こす現象等についても調べた。

3. 研究の方法

ポジトロニウム負イオンの寿命は479psと短いため、光脱離を観測するためには高強度のナノ秒レーザーが必要である。このため陽電子源には、ナノ秒レーザーと同期可能なパルス状低速陽電子ビームが必要である。そこで本研究では、①高エネルギー加速器研究機構の低速陽電子実験施設に設置された線形加速器を利用して生成される陽電子ビーム、および②密封線源から放出される陽電子を減速した後に溜め込み、そこからパルス状に引き出す装置を用いた。前者は電子リニアックを利用するためリニアックの時間特性を反映した陽電子ビームが得られる。リニアックを短パルスモードで利用すれば、パルス幅10nsのビームを50Hzの繰り返し周波数で得ることができ、レーザーと同期させることが可能である。また後者は、カリフォルニア大学サンディエゴ校のSurko教授らが開発した方法で、気体分子を利用して陽電子を減速させて磁場と電場で溜め込み(バッファーストラップあるいはSurkoトラップ)、そこから陽電子を任意のパルス幅と任意の繰り返し周波数をもつ低速陽電子ビームとして引き出すものであり、ナノ秒レーザーと同期したパルス状陽電子ビームの生成が可能である。加速器は大学の研究室に設置することが不可能であるため、本研究では、高エネルギー加速器研究機構の低速陽電子実験室で得られるビームを共同利用として用いた。また陽電子溜め込み装置は、米国のFirst Point Scientific Inc.から市販されている装置を購入して用いた。この装置は全

体がコンパクトで、大学の研究室に設置可能である。

ポジトロニウム負イオンの共鳴光脱離とアルカリ金属蒸着表面における陽電子の挙動の研究には、高エネルギー加速器研究機構の低速陽電子実験施設に設置されているポジトロニウム飛行時間測定装置と東京理科大学に設置されている低速陽電子ビーム発生装置を用いた。

4. 研究成果

(1) エネルギー可変ポジトロニウムビームの開発 (Michishio et al., Appl. Phys. Lett. 100 (2012) 254102; NIM A 785 (2015) 5)

加速器を用いて生成されるパルス状低速陽電子ビームを輸送し、ナトリウムを蒸着した厚さ $25\mu\text{m}$ あるいは $50\mu\text{m}$ のタングステンに入射して、入射面からポジトロニウム負イオンを放出させた。これを電場で加速した後レーザ光 (Nd:YAG レーザの基本波、波長 1064nm) を照射して光脱離させてポジトロニウムを生成した。ポジトロニウムはマイクロチャンネルプレートで検出した。装置の概要を図 1 に示す。

また、陽電子溜め込み装置を用いたエネルギー可変ポジトロニウムビーム装置を図 2 に示す。溜め込んだ陽電子を、回転電場を利用して直径の小さなビームとして取り出した後に磁場で輸送し、磁気レンズを用いてビーム径を 0.5mm に絞ってポジトロニウム負イオン生成のための標的に入射した。この標的は厚さ 100nm のタングステン薄膜で、下流側にナトリウムが蒸着されている。ナトリウム蒸着面から放出されたポジトロニウム負イオンは電場で加速されたのちに Nd:YAG レーザの基本波で照射し、ポジトロニウムビームを得てマイクロチャンネルプレートで検出した。

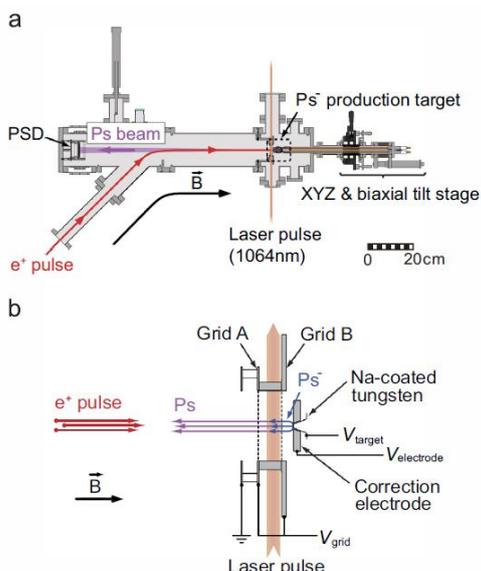


図 1 加速器で開発したパルス状低速陽電子ビームを利用したエネルギー可変ポジトロニウムビーム (Michishio et al., NIM A 785 (2015) 5)。

加速器を用いて開発した装置と異なり、ポジトロニウムビームを陽電子入射と反対側の面から取り出しているため、ポジトロニウムビームが陽電子ビームとは重ならず、利用しやすい。

この装置の開発では、当初はアルカリ金属蒸着面の劣化が早く、数時間でポジトロニウムビーム強度が減衰してしまうトラブルに見舞われた。この問題の解決にかなりの時間を要したが、最終的に真空装置のわずかなリークが見つかり、問題が解決した。現時点では数日間は安定してポジトロニウムビームを取り出すことが可能となっている。

ビームの計数率は $20/\text{s}$ であった。この測定で用いた陽電子の放射能強度は 700MBq であった。これは、実験室が大学内にあるため放射線管理上、放射能強度に制限を設けたためである。この制限を外せば 3.7GBq の線源の使用が可能となり、ビームの計数率は 100s^{-1} 程度まで上昇する。マイクロチャンネルプレートによるポジトロニウムの検出効率 100% よりもは低いため、ポジトロニウムビーム強度としては数 100s^{-1} であり、当初の目標であった 1000s^{-1} に近い値が得られることになる。

性能評価の結果、陽電子溜め込み装置を用いたポジトロニウムビームは、加速器で生成したパルス状低速陽電子ビームを利用した場合よりも、ビーム径やノイズの点で高い性能を有することがわかった。これは、陽電子溜め込み装置は大学の研究室に設置されているため開発に時間をかけることができたためであり、加速器で生成したパルス状低速陽電子ビームを利用しても十分に時間をかけて開発すれば、同等以上の性能を有するポジトロニウムビームが得られると考えられる。

(2) ポジトロニウム負イオンの共鳴光脱離の観測 (Michishio et al., Nat. Commun. 7 (2016) 11060)

ポジトロニウム負イオンには励起状態は存在しないが共鳴状態が存在し、光脱離断面積

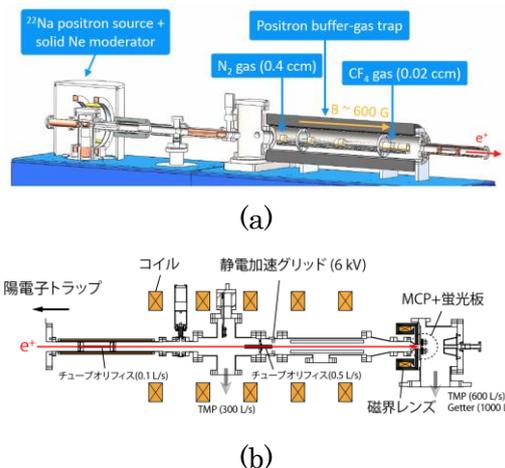


図 2 陽電子溜め込み装置を用いて開発したエネルギー可変ポジトロニウムビーム。(a)は陽電子溜め込み装置、(b)はポジトロニウムビーム生成部。

の波長依存性にピークが現れることが理論的に予測されている。この共鳴を調べる実験を、加速器を用いて得られるポジトロニウムビーム装置を利用して行った。その測定の結果、明らかな共鳴が観測された。形状共鳴のエネルギーを求めると(5.437±0.01)eV となった。この値は3例の理論計算の結果と一致している。

エネルギーの観点から行われたポジトロニウム負イオンの実験はこれが初めてである。

(3)固体表面でのポジトロニウムの反射および回折

陽電子溜め込み装置を用いて得られたポジトロニウムビームをLiF表面にすれすれの角度で入射した結果、ポジトロニウムの鏡面反射の様子が観測された。反射したポジトロニウムが干渉して、回折スポットが得られるはずで、現在、その観測を行っている。

(4)ポジトロニウム負イオン光脱離におけるレーザー偏光依存性

ポジトロニウム負イオン光脱離におけるレーザー偏光依存性の測定を行った。この結果、ポジトロニウムビームの時間広がり偏光方向に依存する結果が得られた。このデータからはポジトロニウム負イオンの束縛エネルギーが得られる。現在、より正確な値を得ることを目指して、解析を行っている。

(5)金属表面からのポジトロニウム負イオンやポジトロニウム放出に対するアルカリ金属蒸着の効果 (Yamashita et al., NIMB 287 (2016) 115, Iida et al., J. Phys. Cond. Matter 28 (2016) 475002, Terabe et al., Surf. Sci. 641 (2015) 68-71)

タングステン表面にアルカリ金属を蒸着すると、ポジトロニウム負イオンからのポジトロニウム負イオンの生成率が0.01%から1%以上に増大する。ポジトロニウム負イオンのみならずポジトロニウムの生成率も増大する。これら一連の現象を解明することを目的として、特にポジトロニウムに注目して研究を行った。測定には東京理科大学に設置されている低速陽電子ビーム発生装置と高エネルギー加速器研究機構低速陽電子実験施設に設置されているポジトロニウム飛行時間測定装置を用いた。その結果、下記のような結果を得た。

①タングステンに低速陽電子を入射した陽電子のうち、20%程度がポジトロニウムを形成して表面から放出されるが(その他は、表面からの再放出と表面状態への束縛)、アルカリ金属を蒸着するとその生成量が増大し、殆どがポジトロニウムとして放出される。

②ポジトロニウムの放出エネルギーの最大値は電子および陽電子の仕事関数によって決まる。例えばタングステンの場合は5eVである。アルカリ金属を蒸着してもそのエネルギーは不変である。

③アルカリ金属の蒸着量を増やしていくと、低エネルギーポジトロニウムが放出されるようになる。これは、ポジトロニウムのエネルギー損失のメカニズムが生じることが原因である。このメカニズムとしては、プラズモン

励起およびバンド間遷移が考えられる。

①のポジトロニウム生成量の増大は、アルカリ金属の蒸着によって、ポジトロニウムの生成に適した電子密度が低い領域が表面に広がるのが原因ではないかと考えられる。

(6) 固体表面における陽電子の振る舞い

(Tachibana et al., PBB 89 (2014) 201409(R))

固体表面における陽電子の挙動を調べる研究の一環として、陽電子が引き起こす新たな現象である陽電子消滅誘起イオン脱離の研究を行った。これは、陽電子が表面の内殻電子と対消滅することによってオーグメント過程が起こり、電氣的に不安定となって表面を構成する原子がイオンとなって放出されるものである。TiO₂(110)表面で実験を行った結果、陽電子を入射するとO⁺が放出される現象を発見した。O⁺の放出は電子を入射すると起こることが知られているが、電子を入射する場合は電子のエネルギーに閾値が存在するのに対して陽電子を入射した場合には閾値は存在しないこと、および陽電子入射の場合は電子を入射する場合よりもO⁺の放出効率ははるかに高いことが見出された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 17 件)

特に重要なもののみを列記する。

(1) Takashi Yamashita, Shimpei Iida, Hiroki Terabe, Yasuyuki Nagashima, “Thermal positron interactions with alkali covered tungsten”, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 387 (2016) 115-118 査読有

DOI: 10.1016/j.nimb.2016.10.008

(2) Shimpei Iida, Ken Wada, Izumi Mochizuki, Takayuki Tachibana, Takashi Yamashita, Toshio Hyodo, Yasuyuki Nagashima, “Emission of low-energy positronium from alkali-metal coated single-crystal tungsten surfaces”, Journal of Physics: Condensed Matter 28 (2016) 475002 1-4 DOI: 10.1088/0953-8984/28/47/475002 査読有

(3) 長嶋泰之、五十嵐明則、満汐孝治、「ポジトロニウム負イオン」、原子衝突学会誌 しょうとつ 13 (2016) 64-74 査読有

http://www.atomiccollision.jp/collision/syoutotsu/16_1303s.pdf

(4) Koji Michishio, Tsuneto Kanai, Susumu Kuma, Toshiyuki Azuma, Ken Wada, Izumi Mochizuki, Toshio Hyodo, Akira Yagishita, Yasuyuki Nagashima, “Observation of a shape resonance of the positronium negative ion”, Nature Communications 7 (2016) 11060 査読有

DOI: 10.1038/ncomms11060

(5) Hiroki Terabe, Shimpei Iida, Takashi Yamashita, Takayuki Tachibana, Bernardo Barbiellini, Ken Wada, Izumi Mochizuki, Akira Yagishita, Toshio Hyodo, Yasuyuki Nagashima, “Increase in the positronium emission yield from

polycrystalline tungsten surfaces by sodium coating”, Surface Science 641 (2015) 68-71

DOI: 10.1016/j.susc.2015.05.012 査読有

(6) Takayuki Tachibana, Takato Hirayama, Yasuyuki Nagashima, “Comparative study of ion desorption from clean and contaminated TiO₂(110) surfaces by slow positron impacts”, e-Journal of Surface Science and Nanotechnology, 13 (2015) 261-262 査読有

DOI: 10.1380/ejsnt.2015.261

(7) Koji Michishio, Ryohei Suzuki, Ken Wada, Izumi Mochizuki, Toshio Hyodo, Akira Yagishita, Yasuyuki Nagashima, “Profiles of a positronium beam produced using the photodetachment of positronium negative ions”, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 785 (2015) 5-8 査読有

DOI: 10.1016/j.nima.2015.02.042

(8) Yasuyuki Nagashima, “Experiments on positronium negative ions”, Physics Reports 545 (2014) 95-123 査読有

DOI: 10.1016/j.physrep.2014.07.004

(9) Takuji Suzuki, Hiroki Terabe, Shimpei Iida, Takashi Yamashita, Yasuyuki Nagashima, “Development of a method to study positron diffusion in metals by the observation of positronium negative ions”, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 334 (2014) 40-42 査読有

DOI: 10.1016/j.nimb.2014.05.004

(10) Takayuki Tachibana, Takato Hirayama, Yasuyuki Nagashima, “Positron-annihilation-induced ion desorption from TiO₂(110)”, Physical Review B 89 (2014) 201409(R) 1-4 査読有

DOI: 10.1103/PhysRevB.89.201409

(11) Koji Michishio, Takayuki Tachibana, Ryohei Suzuki, Ken Wada, Akira Yagishita, Toshio Hyodo, Yasuyuki Nagashima, “An energy-tunable positronium beam produced using the photodetachment of the positronium negative ion”, Applied Physics Letters 100 (2012) 254102 1-4 査読有

DOI: 10.1063/1.4729867

(12) 長嶋泰之、満汐孝治、「最も軽い三体束縛系 — ポジトロニウム負イオンの研究 —」、日本物理学会誌 67 (2012) 333-337 査読有

<http://www.jps.or.jp/books/gakkaishi/2012/05/67-05.php>

〔学会発表〕(計 84 件)

ここには基調講演と招待講演のみを列記する。基調講演と書かれていないものは全て招待講演である。

(1) Yasuyuki Nagashima, “Ps⁻ beams and photodetachment spectroscopy”, XIX International Workshop on Low-Energy Positron and Positronium Physics, Magnetic Island, Australia, 2017 年 7 月 22-24 日 (基調講演)

(2) Yasuyuki Nagashima, Koji Michishio, Tsuneto Kanai, Susumu Kuma, Toshiyuki Azuma, Ken

Wada, Izumi Mochizuki, Toshio Hyodo, Akira Yagishita, “Shape resonance of the positronium negative ion”, XXX International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions, Cairns, Australia, 2017 年 7 月 26-8 月 1 日

(3) Koji Michishio, “Applications of a Technique for the Efficient Production of Positronium Negative Ions: Observation of the Resonant Photodetachment and Development of a High-Brightness Positronium Beam”, 14th International Workshop on Slow Positron Beam Techniques & Applications, 松江, 2016 年 5 月 22-27 日

(4) Yasuyuki Nagashima, “Experimental studies on Ps⁻ for precision physics”, Precision Physics, Quantum Electrodynamics and Fundamental Interactions, Cargese, France, 2017 年 4 月 30 日 - 5 月 5 日

(5) Yasuyuki Nagashima, “Experiments with positronium negative ions”, Joint 13th Asia Pacific Physics Conference and 22nd Australian Institute of Physics Congress, Brisbane, 2016 年 12 月 4-8 日

(6) Yasuyuki Nagashima, “Recent developments of positron studies - emission of positronium negative ions and positron-annihilation-induced ion desorption from surfaces”, BIT's 6th Annual World Congress of nano Science & Technology - 2016, Singapore, 2016 年 10 月 26-28 日

(7) Yasuyuki Nagashima, Koji Michishio, Luca Chiari, Susumu Kuma, Tsuneto Kanai, Toshiyuki Azuma, Ken Wada, Izumi Mochizuki, Akira Yagishita, Toshio Hyodo, 17th International Conference on Positron Annihilation, Wuhan, China, 2015 年 9 月 20-25 日

(8) Takayuki Tachibana, Luca Chiari, Masaru Nagira, Takato Hirayama, Yasuyuki Nagashima, “Observation of positron-annihilation-induced ion desorption from a TiO₂(110) surface”, XXIX International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions, Toledo, Spain, 2015 年 7 月 22-28 日

(9) Koji Michishio, Susumu Kuma, Tsuneto Kanai, Toshiyuki Azuma, Ken Wada, Izumi Mochizuki, Toshio Hyodo, Akira Yagishita, Yasuyuki Nagashima, “Resonant photodetachment of positronium negative ions”, XVIII International Workshop on Low-Energy Positron and Positronium Physics, Lisboa, Portugal, 2015 年 7 月 17-20 日

(10) Yasuyuki Nagashima, “Studies on the Positronium Negative Ion”, 15th International Congress of Radiation Research, 京都国際会議場, 2015 年 5 月 25-29 日

(11) Yasuyuki Nagashima, “Positron surface processes”, 11th International Workshop on Positron and Positronium Chemistry, Goa, India, 2014 年 11 月 9-14 日

(12) Yasuyuki Nagashima, “New Development of the Ps⁻ studies”, 6th Conference on Elementary Processes in Atomic Systems - CEPAS 2014,

Bratislava, Slovakia, 2014年7月9-12日
(13) Koji Michishio, “Development of an energy-tunable positronium beam employing the photodetachment of positronium negative ions”, 2nd Japan-China Joint Workshop on Positron Science, つくば, 2013年12月20-23日
(14) 長嶋泰之, 「金属表面からのポジトロニウム負イオンの放出」、2013年真空・表面科学合同講演会 第54回真空に関する連合講演会、つくば国際会議場, 2013年11月26-28日
(15) Yasuyuki Nagashima, “Positronium and positronium negative ion emission from alkali-metal coated surfaces”, 13th International Workshop on Slow Positron Beam Techniques and Applications, Munchen, 2013年9月15-20日
(16) Yasuyuki Nagashima, “The simplest three body system: positronium negative ions”, 4th International Meeting on Frontiers of Physics, Genting Highlands, Malaysia, 2013年8月27-30日 (基調講演)
(17) Koji Michishio, “Photodetachment of positronium negative ions and its application to energy-tunable Ps beam”, XXVIII International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions, Lanzhou, China, 2013年7月24-30日
(18) Koji Michishio, Rihito Kimura, Hiroki Terabe, Rod Greaves, Yasuyuki Nagashima, “Towards an energy-tunable positronium beam employing a buffer gas positron trap”, XVII International Workshop on Low-Energy Positron and Positronium Physics, 金沢, 2013年7月19-21日
(19) Yasuyuki Nagashima, “Formation of the positronium negative ion and its photodetachment”, 10th Asian International Seminar on Atomic and Molecular Physics, Taiwan National University, 2012年10月23-30日
(20) Yasuyuki Nagashima, Koji Michishio, Takayuki Tachibana, Ryohei Suzuki, Hiroki Terabe, Akinori Igarashi, Takashi Kuga, Akira Yagishita, Ken Wada, Toshio Hyodo, “Photodetachment of the positronium negative ion and its applications”, 16th International Conference on Positron Annihilation, University of Bristol, UK, 2012年8月19-24日
(21) 長嶋泰之, 「ポジトロニウム負イオンの光脱離実験」、原子衝突学会第37回年会、電気通信大学、2012年7月28-29日

[その他]

ホームページ等

<http://www.rs.kagu.tus.ac.jp/ynagahp/s/>

<http://www.rs.kagu.tus.ac.jp/ynagahp/>

プレスリリース (2件)

(1) 東京理科大学、理化学研究所、高エネルギー加速器研究機構 「世界初、ポジトロニウム負イオンの共鳴状態の観測に成功 ～三体量子系の解明への大きな一歩～」 2016年3月18日

(2) 東京理科大学、立教大学「二酸化チタン表面における陽電子消滅誘起イオン脱離の観測に成功 ～陽電子を用いた固体最表面の改質に道～」 2014年5月28日

組織委員長：長嶋泰之

一般向け講演 (3件)

(1) TUS フォーラムにおける講演「ポジトロニウム負イオン科学の展開」、講演者：長嶋泰之、ホテルメトロポリタン、2012年10月30日

(2) 夢ナビライブにおける講演、2015年7月11日および2016年7月9日の2回、いずれも東京ビッグサイト

国際会議の開催 (1件)

POSMOL2013 (XVII International Workshop on Low-Energy Positron and Positronium Physics and XVIII International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms), 2013年7月19-21日、金沢文化ホール、組織委員長：長嶋泰之

6. 研究組織

(1) 研究代表者

長嶋 泰之 (NAGASHIMA, Yasuyuki)

東京理科大学・理学部第二部・教授

研究者番号：60198322

(2) 研究分担者

立花 隆行 (TACHIBANA, Takayuki)

立教大学・理学部・助教

研究者番号：90449306

満汐 孝治 (MICHISHIO, Koji)

東京理科大学・理学部第二部・助教

研究者番号：10710840

東 俊行 (AZUMA, Toshiyuki)

理化学研究所・東原子分子物理研究室・主任研究員

研究者番号：70212529

柳下 明 (YAGISHITA, Akira)

高エネルギー加速器研究機構・加速器科学支援センター・シニアフェロー

研究者番号：80157966

(3) 連携研究者

兵頭 俊夫 (HYODO, Toshio)

高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所・教授

研究者番号：90012484

和田 健 (WADA, Ken)

量子科学技術研究開発機構・高崎量子応用研究所・主幹研究員

研究者番号：10401209

(4) 研究協力者

望月 出海 (MOCHIZUKI, Izumi)

寺部 宏基 (TERABE, Hiroki)

鈴木 卓爾 (SUZUKI, Takuji)

飯田 進平 (IIDA, Shimpei)

山下 貴志 (YAMASHITA, Takashi)

Luca Chiari