

高品質陽電子ビーム計測技術の共同利用化に関する調査研究 Study for diverting high-quality positron beam technology to common-use facilities

概要

2017年度TIAかけはし調査研究(TK17-046)で開始した「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」で、陽電子ビームの制御技術と応用計測技術の高度化を進めている。本課題(TK17-046)では、これまでに蓄積した技術を、産総研とKEKの陽電子ビーム共用施設の高度化に転用するための調査研究を行う。

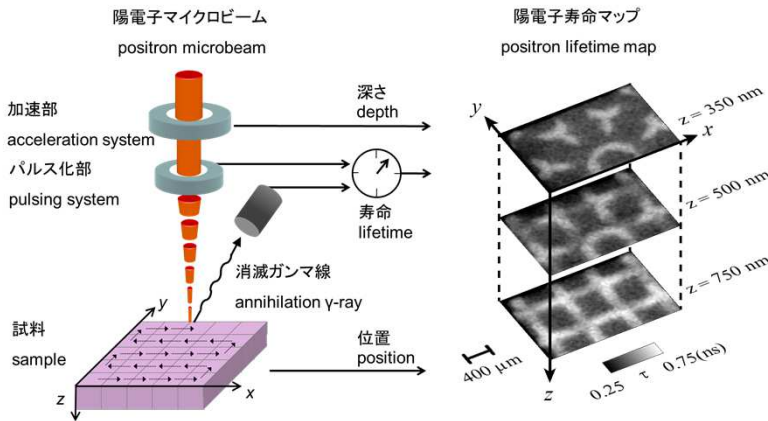
The research theme "Development of a high-efficiency positronium converter for realizing a gamma-ray laser" has been studied since TIA KAKEHASHI in 2017 (TK17-046), where positron beam manipulation/measurement technologies were developed. In 2019 (TK17-046) we will study how to use these technologies for upgrading the positron beam facilities at AIST and KEK.

産総研/KEKの陽電子ビーム施設における分析技術

Analytical techniques of AIST/KEK positron beam facilities

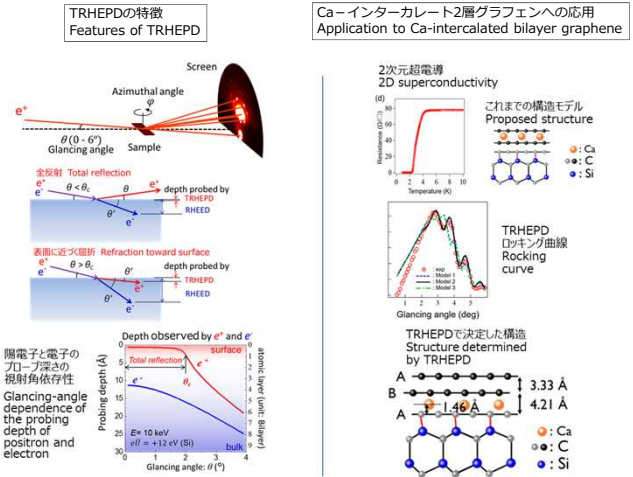
(産総研) 走査型陽電子マイクロビーム装置により、原子サイズ空隙のマッピング分析が可能。

(AIST) Map of atomic sized voids can be obtained by a scanning positron microbeam system.



(高工ネ機構) 全反射陽電子回折法(TRHEPD, トレプトにより、最表面及びその直下の原子配列の詳細を決定可能。

(KEK) Atomic arrangements of crystal surfaces can be determined by total-reflection high-energy positron diffraction (TRHEPD).

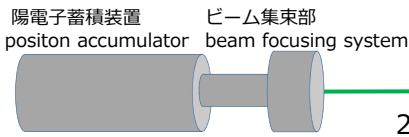


ガンマ線レーザー発生スキーム

Scheme of the gamma-ray laser emission

1. 高密度陽電子バンチの発生

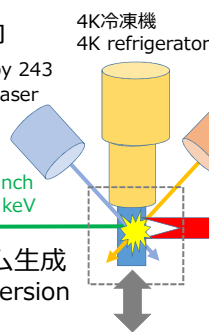
Generation of a high density positron bunch beam



3. Psのレーザー冷却

Laser cooling of Ps by 243 nm UV, 300 ns long pulse laser

高密度陽電子バンチ
high-density positron bunch
10⁶ e⁺, 10 μm, 50 ns, 5 keV



2. 高効率ポジトロニウム生成

High-efficiency Ps conversion
10¹⁸ cm⁻³, 4 K

A. Ishida et al., JJAP Conf. Proc. 7, 011001 (2018)

K. Shu et al., J. Phys: Conf. Ser. 791, 012007 (2017)

4. ミリ波発生器によるガンマ線発生

Enhancement of gamma-ray emission using a 203 GHz millimeter-wave generator

5. ガンマ線レーザー発生 (0.5 MeV)

Emission of gamma-ray laser

ポジトロニウム (Ps) とは

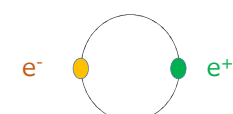
What is positronium (Ps)

hydrogen (H)



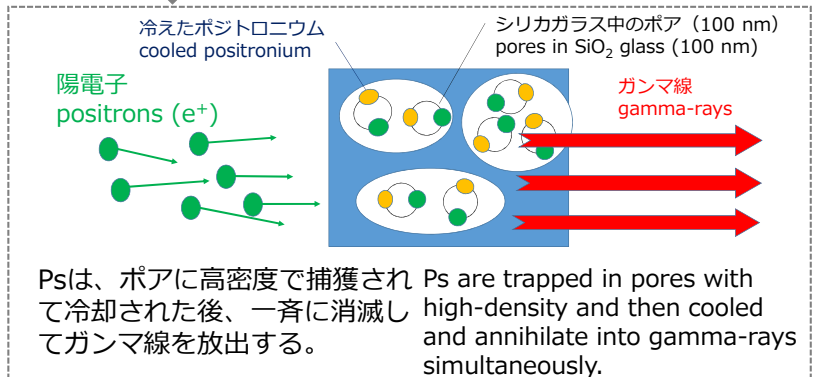
電子と陽子の結合状態
bound state of e⁻ and p

positronium (Ps)



電子と陽電子の結合状態
bound state of e⁻ and e⁺

真空中の寿命: 142ns
lifetime in vacuum: 142ns



Psは、ポアに高密度で捕獲されて冷却された後、一斉に消滅してガンマ線を放出する。

Ps are trapped in pores with high-density and then cooled and annihilate into gamma-rays simultaneously.