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

周健治1、山田恭平1、橋立佳央理1、石田明1、難波俊雄1、浅井祥仁1、五神真1、 田島陽平²、蔡恩美²、吉岡孝高²、大島永康³、オロークブライアン³、満汐孝治³、 新教理
 廣研
 新教理
 「
 原研
 市
 市
 「
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
 市
UT-PSC ¹東大理・素セ、²東大工、³産総研、⁴九大GIC、⁵KEK、⁶量研、⁷原研



ポジトロニウム と ボース・アインシュタイン凝縮

ポジトロニウム(Ps):電子と陽電子の束縛系

- 反粒子を含むエキゾチック水素様原子
- 単純な構造を持つため、基礎物理学の検証に有用
- 2つのスピン状態をもつ

東京大学 大学院 理学系研究科·理学部

APSA

- *S*=0:パラ・寿命125 ps でガンマ線に崩壊
- *S*=1:オルソ・寿命 142 ns でガンマ線に崩壊

ボース・アインシュタイン凝縮(BEC):物質波のレーザー状態



Ps-BECが基礎・応用研究にブレイクスルーをもたらす

物質・反物質非対称性の探索による「反物質が消えた謎」の検証

- 宇宙から反物質が消えた機構を説明するため、物質と反物質との間にまだ 見つかっていない違い、非対称性があると考えられる
- BEC状態の特性を利用し、原子干渉計で非対称性を探索 例)反物質にはたらく重力効果の精密測定

511 keV ガンマ線レーザー光源の実現による産業応用



レーザー冷却を用いる新しい手法でPs-BEC実現を目指す

- 難しい
- ともに 1~2桁 足りない





600

- Psがレーザー光を吸収する際の反跳
- レーザー冷却により、350 nsの間に
- 誰も成功していない、チャレンジン







▶ 長持続時間での発振・広帯域化がはたらくことを確認。増幅・波長変換を 行い5月頃の完成を目指す。

まとめ

基礎応用両面に有用なPs-BEC実現を目指し、シリカキャビティ・紫外レーザーの開発を行った。 レーザー冷却の実現に十分な性能を持つことを確認でき、2019年度中の実験を計画している。