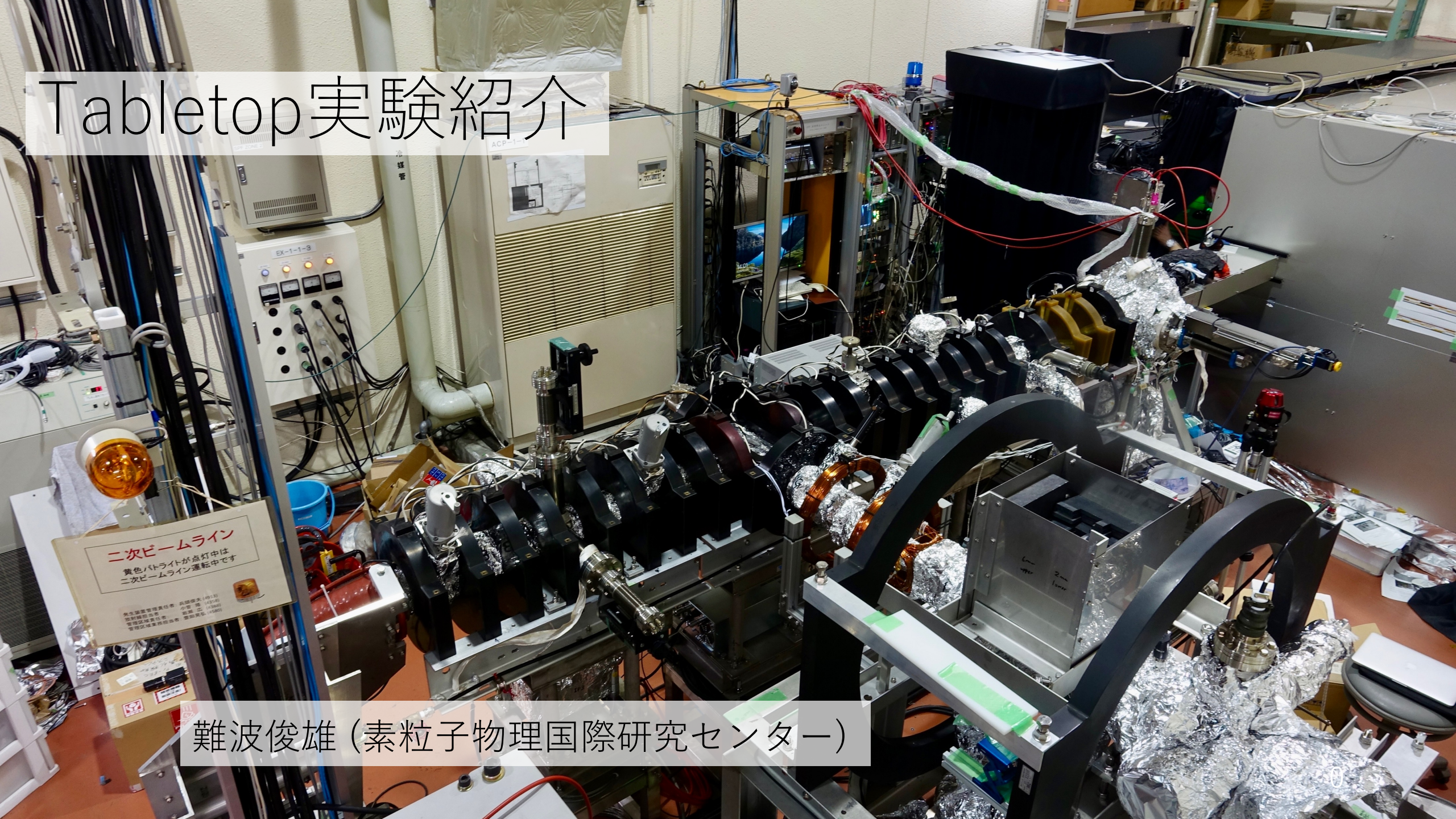


Tabletop実験紹介



二次ビームライン
黄色バトライトが点灯中は
二次ビームライン運転中です

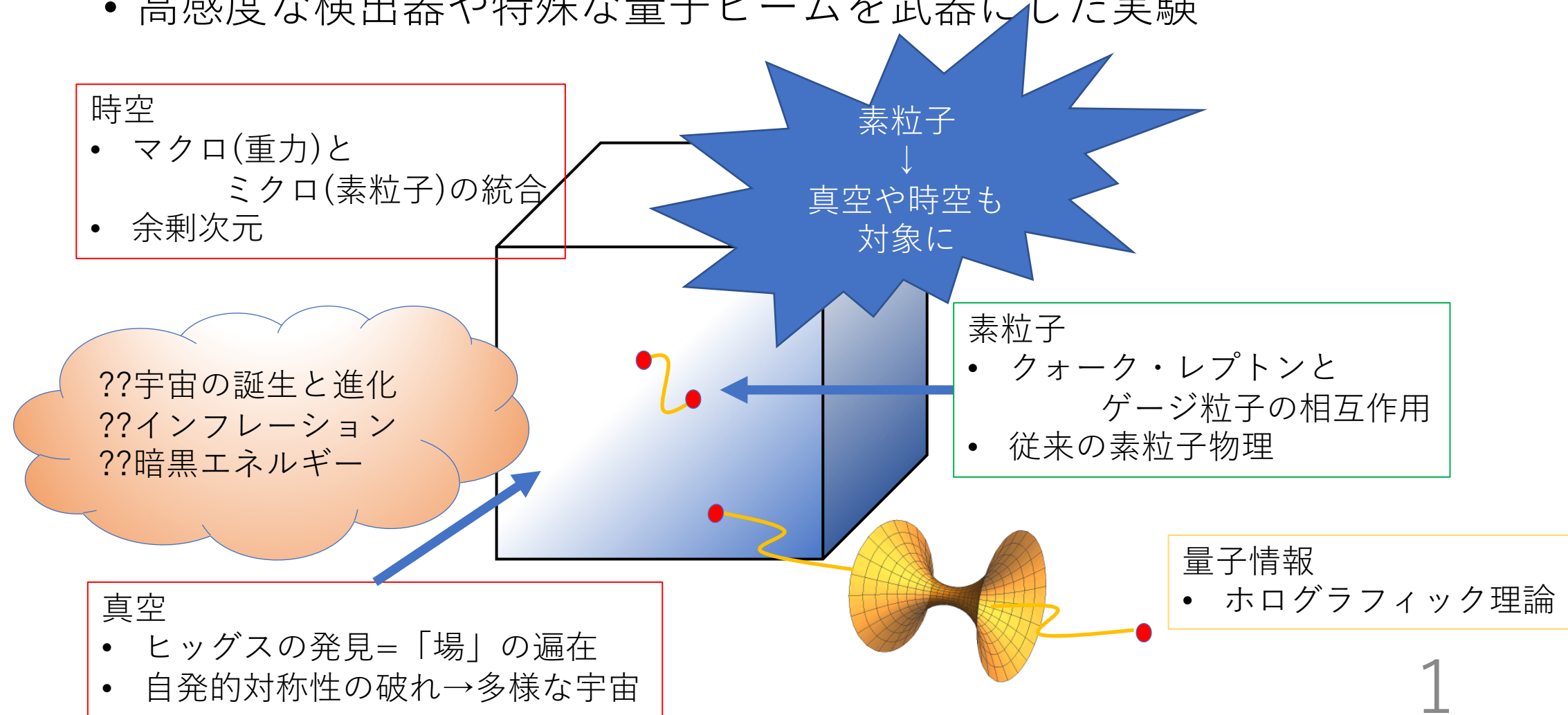
先生運営管理責任者 丸岡 隆夫 (49-13)
実験棟担当 丸岡 隆夫 (49-13)
管理棟担当 丸岡 隆夫 (49-13)
管理棟事務担当 丸岡 隆夫 (49-13)

難波俊雄 (素粒子物理国際研究センター)

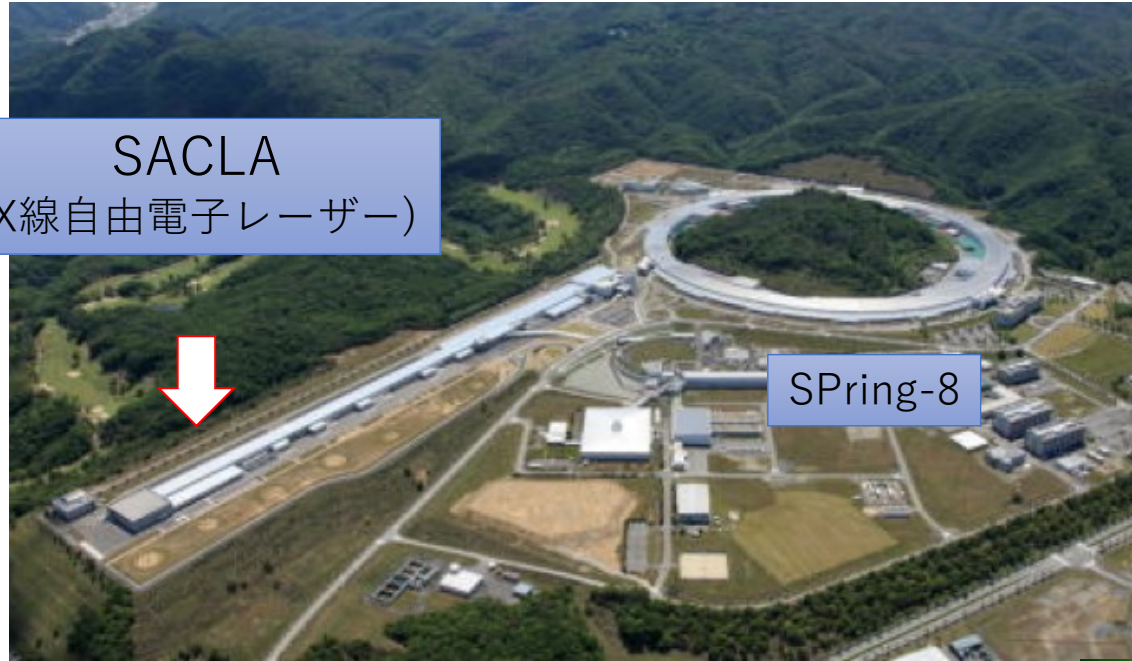
Tabletop 実験=

大型加速器を使わない(比較的)小規模実験

- 大型加速器(エネルギーフロンティア実験)の苦手な実験 (相補的)
- 高感度な検出器や特殊な量子ビームを武器にした実験



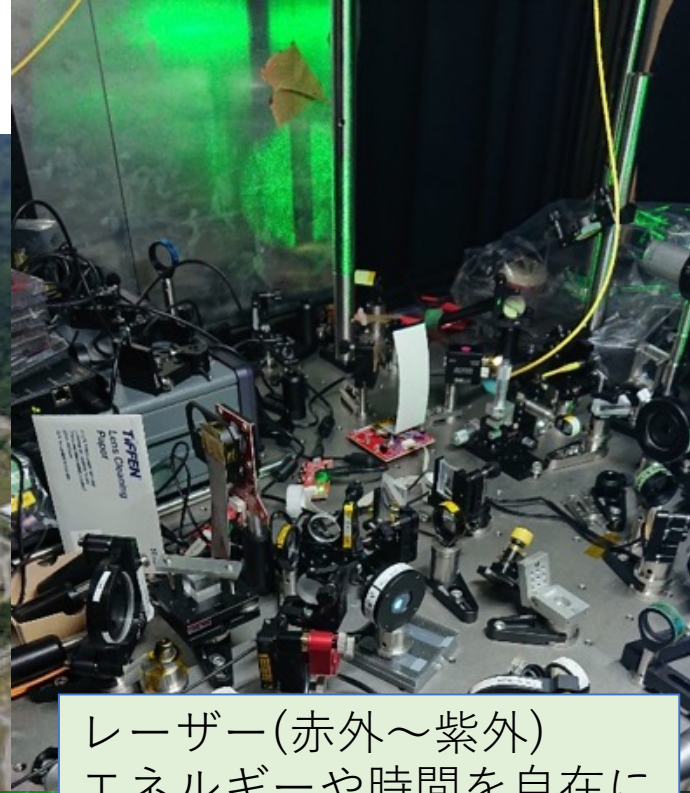
Tabletop実験で使う武器(1) いろいろな光



SACLA
(X線自由電子レーザー)

SPring-8

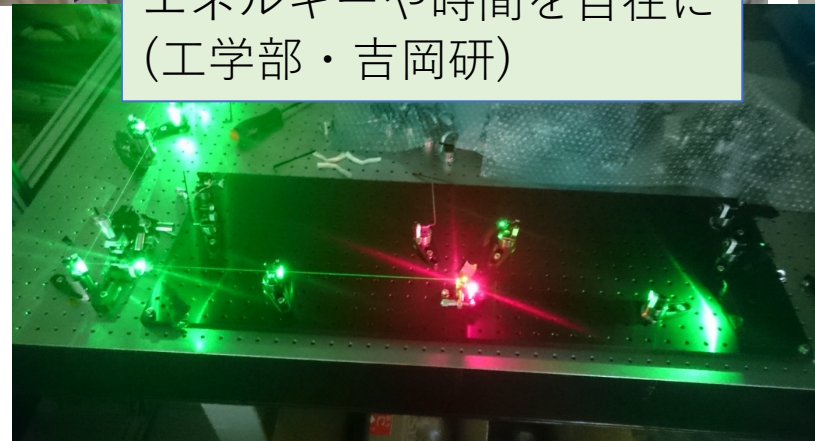
強力なX線やX線自由電子レーザー



レーザー(赤外～紫外)
エネルギーや時間を自由に
(工学部・吉岡研)



強力なミリ波
(ジャイロトロン)

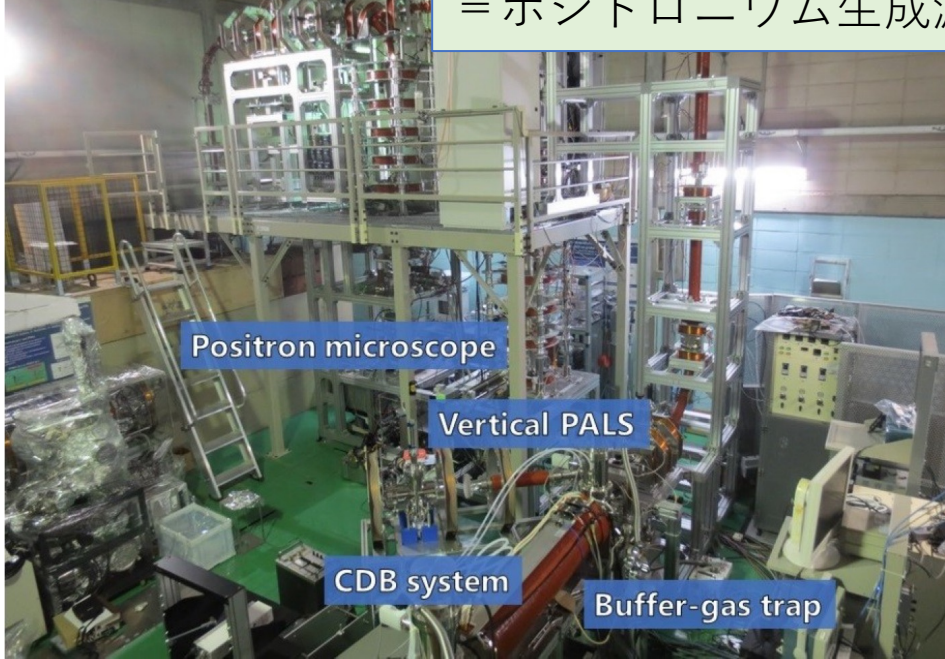


Tabletop実験で使う武器(2) 粒子ビーム



低速陽電子ビーム (~keV)
= ポジトロニウム生成源

@KEK



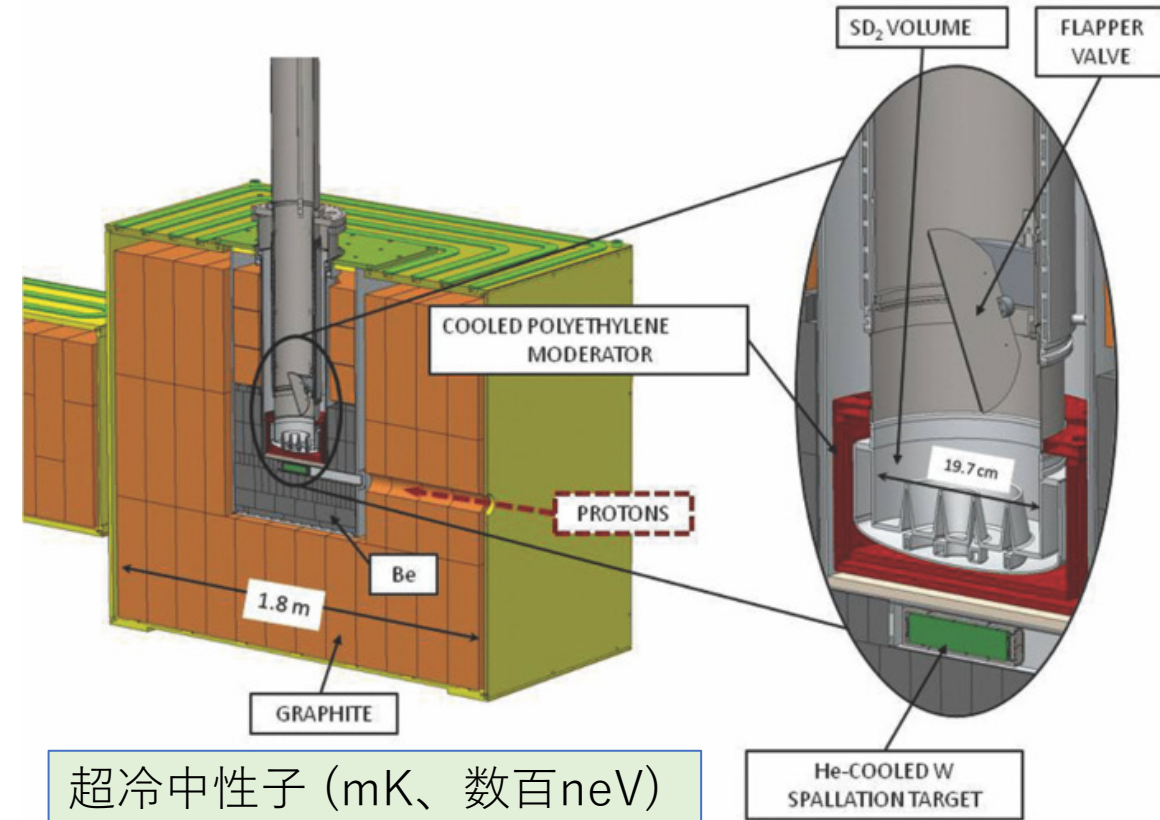
Positron microscope

Vertical PALS

CDB system

Buffer-gas trap

@AIST



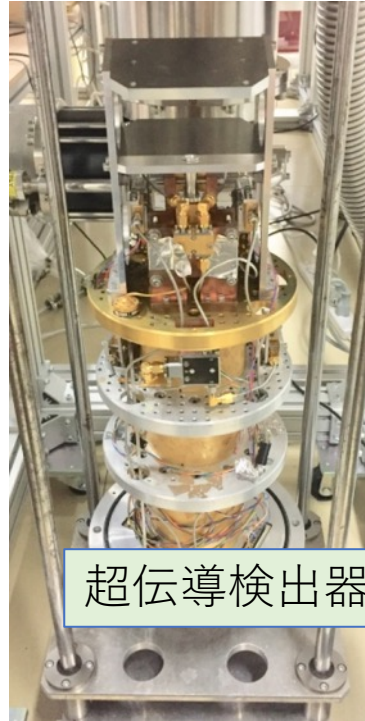
超冷中性子 (mK、数百neV)
重力にも感度

@Los Alamos

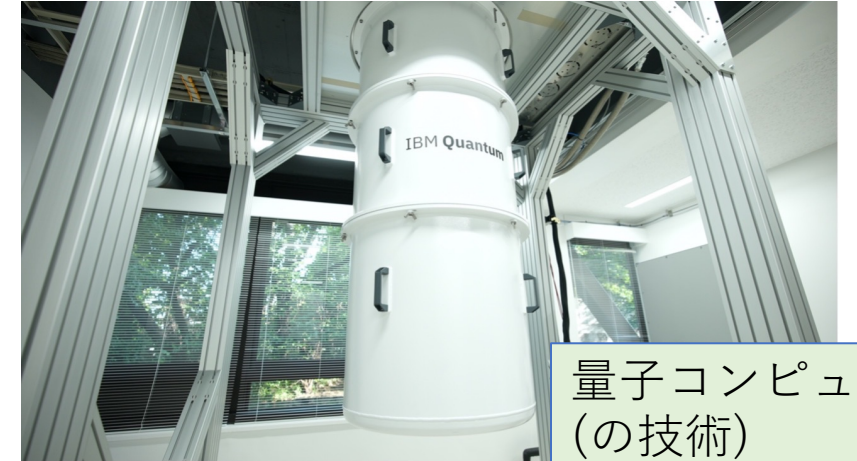
Tabletop実験で使う武器(3) 高感度検出器



一般的な粒子検出器
半導体検出器
シンチレータ



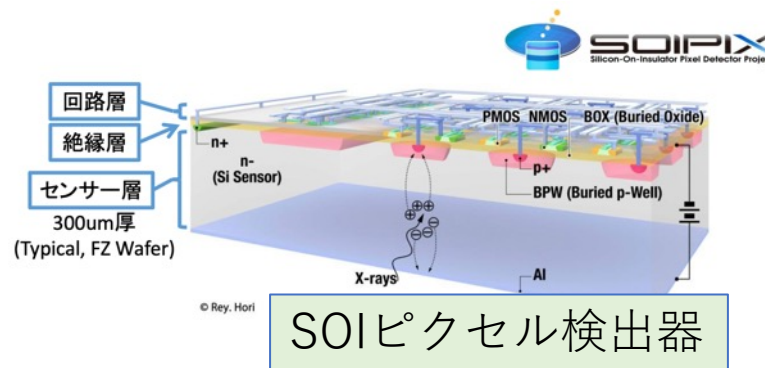
超伝導検出器



量子コンピュータ
(の技術)



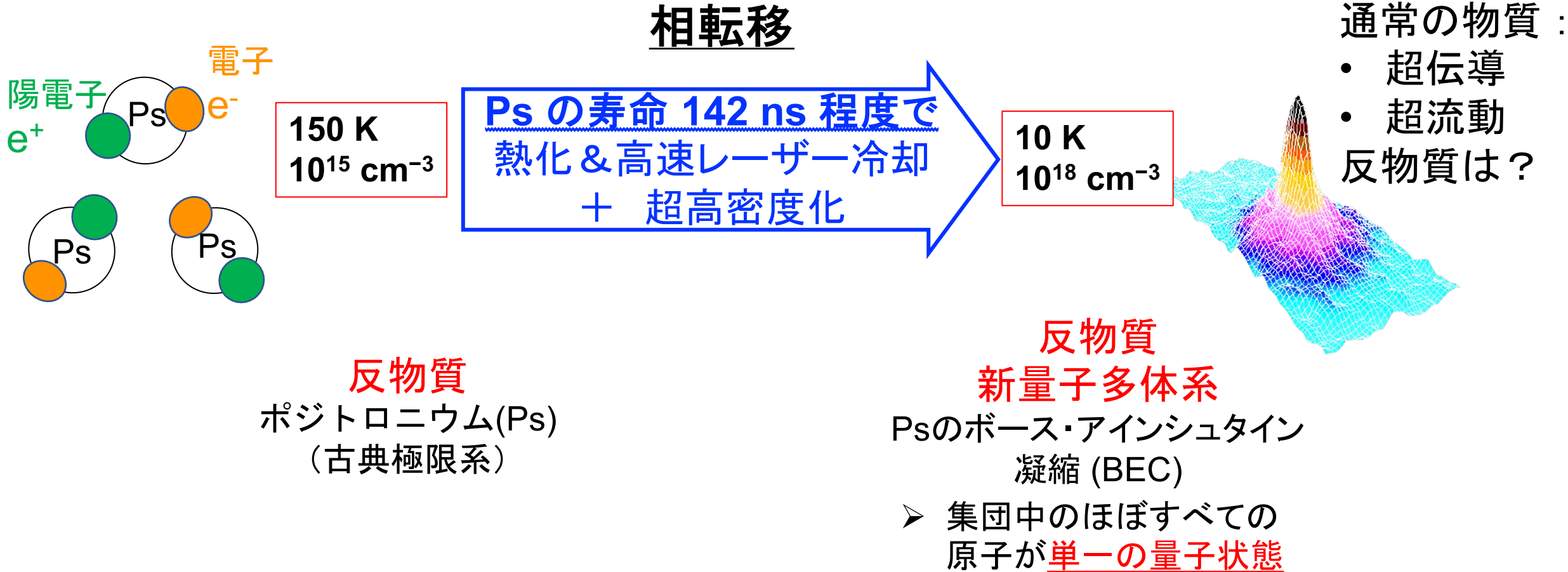
電波天文台



SOIピクセル検出器

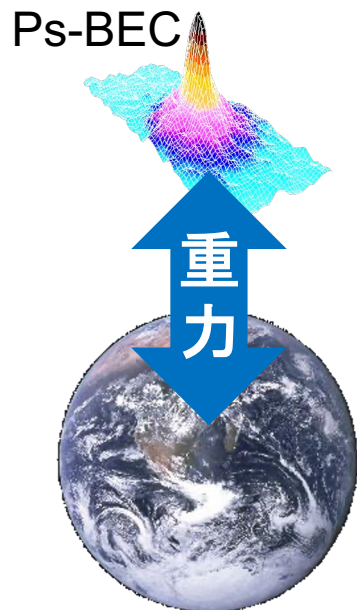
実験の例: ポジトロニウムのボース・アインシュタイン凝縮 (Ps-BEC)

反物質の新量子多体系である低温量子凝縮相 = 反物質レーザーを実現

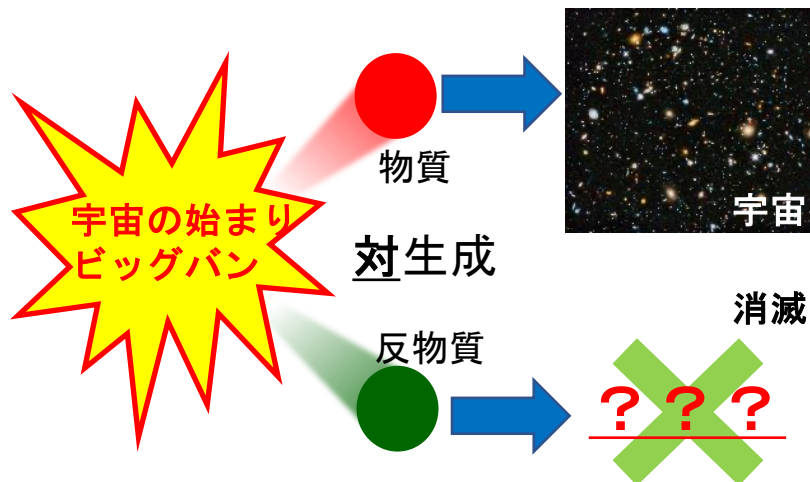


基礎科学研究や次世代光源への応用

1. 反物質に働く重力を 原子干渉計を用いて測定

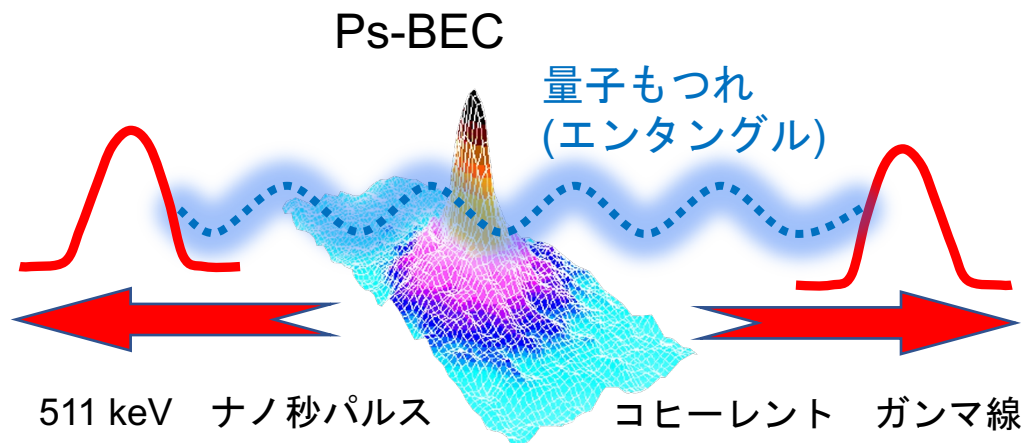


⇒ 重力 という 実験的に未探索 の切り口で物質・反物質の未知の非対称性を探り、「なぜ、宇宙に物質のみ残ったのか」という究極の問い に答える



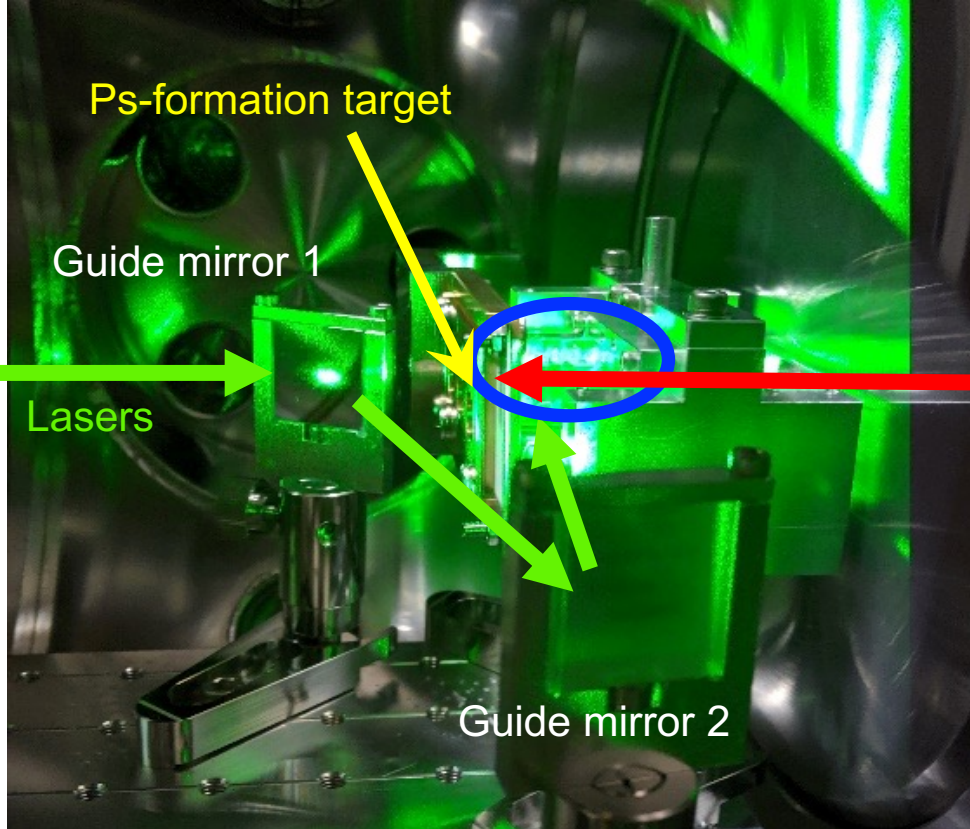
2. 511 keV ガンマ線レーザー

Ps-BEC をナノ秒以下で自己消滅させ、出てくるガンマ線を光源に用いて ガンマ線レーザー を実現。

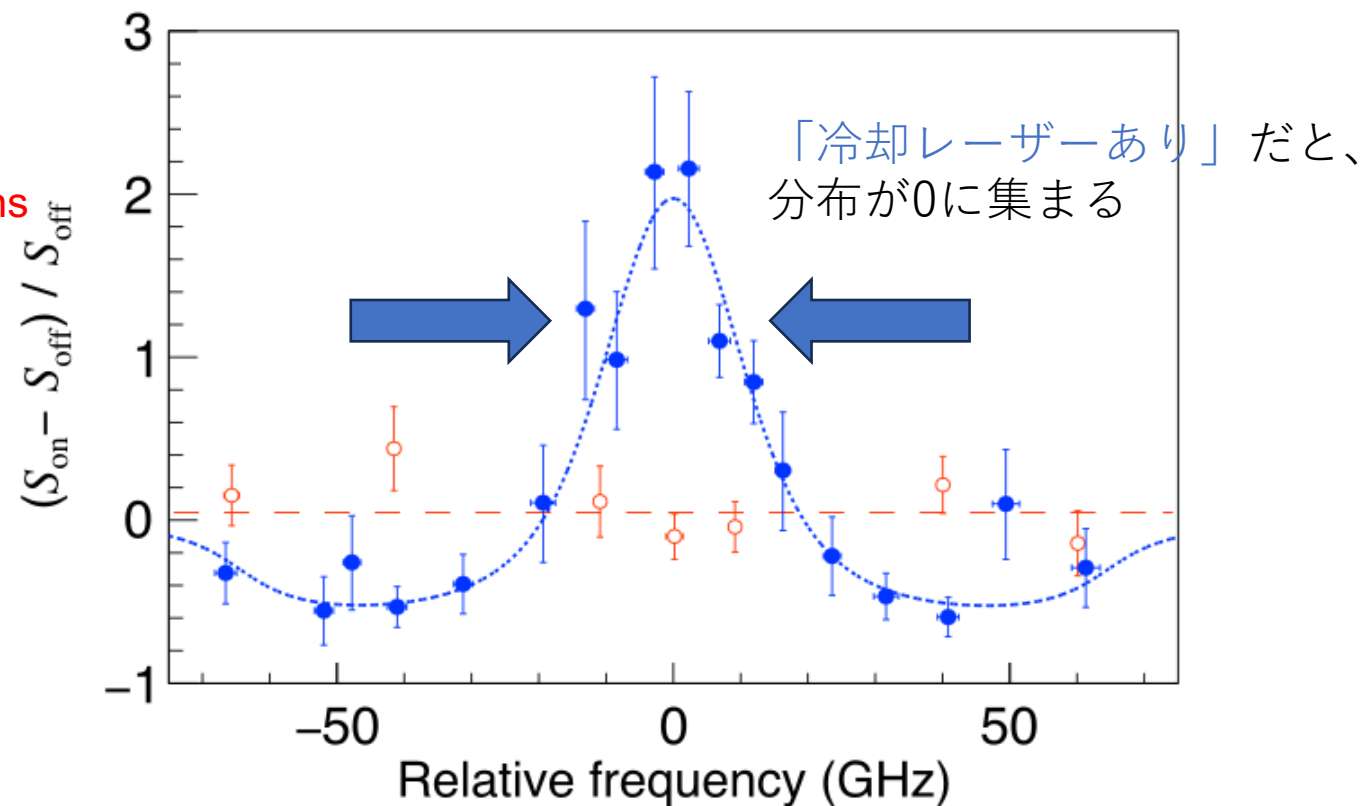


⇒ ガンマ線・ガンマ線散乱実験、
新たなエネルギー領域の量子光学研究、
高分解能撮像による産業・医療応用

世界初、ポジトロニウムのレーザー冷却に成功



Positrons



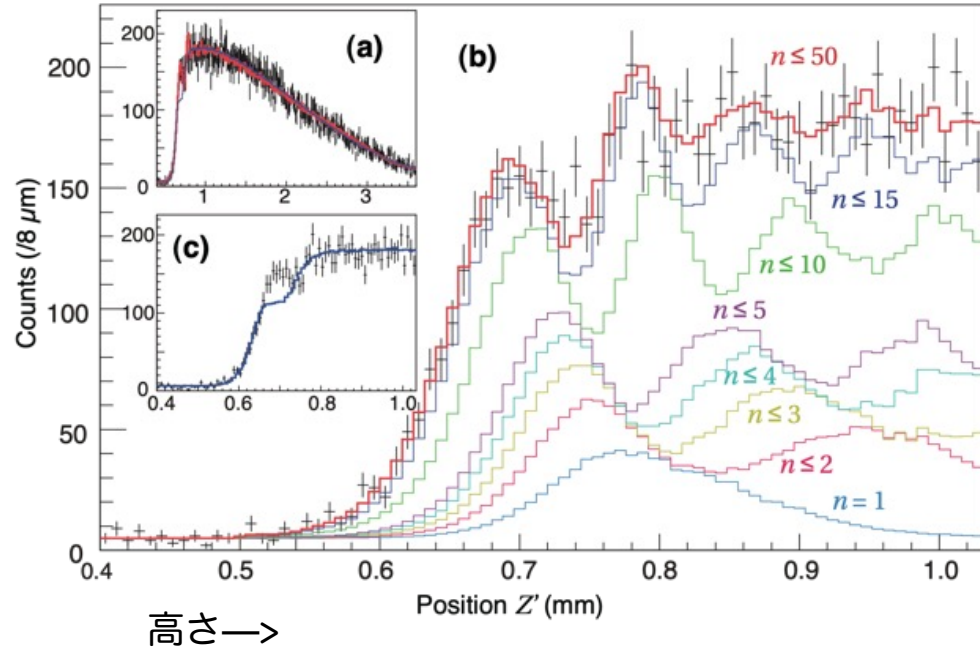
ポジトロニウムの速度分布的なもの

次は、ポジトロニウムを閉じ込めて冷却する手法の開発

- Ps生成材の開発
- 冷凍機との組み合わせ

実験の例: 超冷中性子を使った弱い等価原理の検証

超冷中性子を使えば、重力による量子化準位が見える!



超冷中性子を利用して、量子論の範疇で、弱い等価原理(慣性質量=重力質量)を検証できないか?

系のスケール:

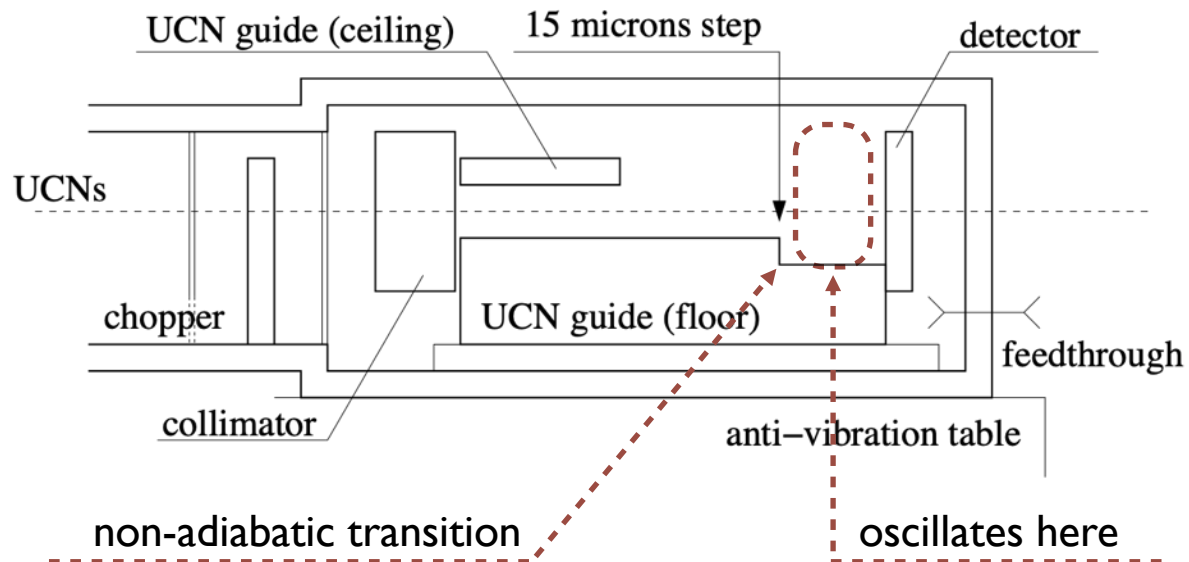
m_g : gravitational mass
 m_i : inertial mass

$$z_0 = \left(\frac{\hbar^2}{2m_i m_g g} \right)^{1/3} \sim 6 \mu\text{m}$$

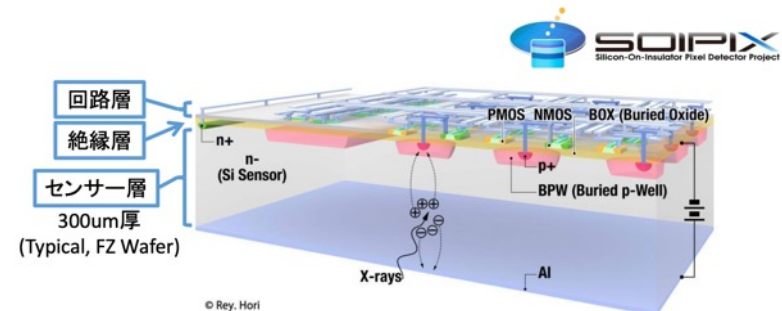
$$E_0 = \left(\frac{m_g^2 g^2 \hbar^2}{2m_i} \right)^{1/3} \sim 0.6 \text{ peV}$$



超冷中性子を「自由落下」させて、量子力学的時間発展を追えば、弱い透過原理を検証できる



： 時間情報の取れる
中性子イメージングセンサー



マイクロメートルの分解能
ミリ秒の読み出し時間

時間発展：

$$\psi(z, t=0) = a_1 \phi_1(z) + a_2 \phi_2(z)$$

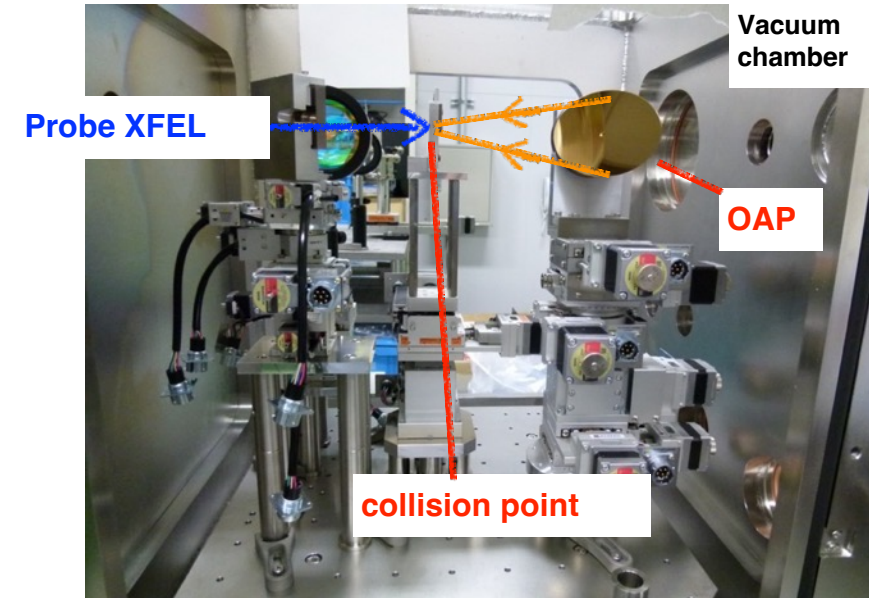
$$|\psi(z, t)|^2 = |\psi(z, t=0)|^2 - \underbrace{4a_1 a_2 \phi_1(z) \phi_2(z) \sin^2 \frac{(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)}{2} t}_{\text{oscillating term}}$$

energy scale

他の実験もいろいろやっています

- やってる/やってきた実験テーマ
 - ポジトロニウム関係の実験いっぱい
(ポジトロニウムのエキスパート)
 - 暗黒物質/未知粒子探し
(アクシオンやパラフォトンなど)
 - 強い光(X線、レーザー)や強磁場を使った真空の構造の検証
 - 超伝導を利用した高感度検出器の開発
- もちこみのアイデアも歓迎
- 自分に合った実験を探していきましょう
- 大型実験との掛け持ちも可
 - 例えば、修士 tabletop → 博士 LHC 実験
- 希望する人は、**(A2)素粒子センターの教員**を志望して、面接で小実験を希望して下さい

X線とレーザーをぶつける実験



強磁場で偏光を変える実験

