

吉見彰洋

岡山大学 異分野基礎科学研究所

岡山県岡山市北区津島中 3-1-1

yoshimi@okayama-u.ac.jp



## $^{229}\text{Th}$ 原子核極低エネルギー準位と高精度原子核時計への応用

量子エレクトロニクス・原子物理学分野では、レーザーを駆使して軌道電子に対して高度な量子状態の操作が行われ、様々な基礎及び応用的な研究が展開されている。一方で、原子核の量子状態は外界から隔離されている良い量子力学系であるという魅力がある一方、原子核遷移がレーザーで直接操作できるエネルギースケールではないため、原子物理学分野のような量子操作は不可能である。放射性元素を含む 3,000 種類以上あるアイソトープの中で、トリウム-229 ( $^{229}\text{Th}$ ) 原子核の第一励起状態が通常の keV ~ MeV を大きく下回る 8 eV 程度であることが分かってきた[1] (図 1)。この  $^{229}\text{Th}$  の基底状態と第一励起状態の間の遷移は 150 nm の波長に対応し、真空紫外レーザーで励起が可能である唯一の原子核である。この原子核遷移を時間標準の基準に使った原子核時計の実現が期待されている。その性能は従来の原子時計を上回り、3000 億年で 1 秒ずれる程度の正確さが期待でき、一般相対論による重力ポテンシャル計測を利用した測地学等、応用・基礎分野で様々な利用が期待できる[2]。

この励起エネルギー 8 eV という値がはっきりしてきたのはこの数年のことであり、その寿命は未だ未確定である。つまり、直接励起や光子放出脱励起の測定が成功した例は未だない。岡山大を中心としたグループでは最近 SPring-8 高輝度放射光を利用して第一励起状態へ能動的な励起を初めて実現し[3]、現在基底状態への真空紫外光放出脱励起の分光測定を行っている。本講演では、世界的な研究の状況を含め、我々のグループの研究の現状を紹介する。

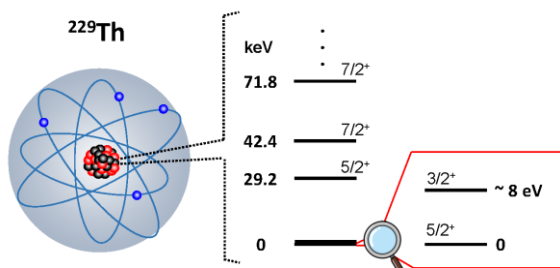


図 1:  $^{229}\text{Th}$  原子核準位

### 参考文献

[1] von der Wense et al, Nature **533**, 47 (2016), B. Seiferle et al., Nature **573**, 243 (2019).

[2] E. Peik and C. Tamm, Europhys. Lett. **61**, 181 (2003).

[3] T. Masuda et al.: Nature **573**, 238 (2019).