

PIKACHU 実験 Phase1 のための準備と解析

<u>大森匠, 飯田崇史, 他 PIKACHU Collaboration</u>

学術変革「地下稀事象」領域研究会 UGRP2024 @大阪大学 豊中キャンパス, 20247/6-7



¹⁶⁰Gd (ガドリニウム)の二重ベータ (2β) 崩壊探索



利点: 高い自然存在比(21.8%)
 →小規模検出器で探索可能

ケ点: 低いQ値(1.73 MeV)
 →低バックグラウンド(BG)な検出器

<u>ニュートリノを放出する2β崩壊(2ν2β)</u>
 <u>さえ未発見</u>

[1] F.A.Danevich et al., Nucl. Phys. A, Vol. 694 (2001) 375-391
[2] N. Hinohara et al., Phys. Rev. C, Vol. 105 044314 (2022)
[3] J. G. Hirsch et al., Phys.Rev. C 66, 015502 (2002)

◆先行研究とPIKACHU実験の着想

- 2インチGSO(Gd₂SiO₅)シンチレータを用いた先行研究[1]
- 結晶内のウラン(U) /トリウム(Th)系列のα線BG による感度制限
- 探索で得られた半減期下限値 $T_{1/2}^{0\nu} > 2.3 \times 10^{21}$ 年

$T_{1/2}^{2\nu} > 2.1 \times 10^{19}$ 年

準粒子乱雑位相近似(QRPA)で計算された核行列要素(NME)による $2\nu 2\beta$ 予想半減期[2]

 $T_{1/2}^{2\nu} = 4.7 \times 10^{20}$ 年 (位相因子には[3]を使用)

⇒先行研究の感度を一桁程度改善すれば、2v2β発見の可能性

◆PIKACHU実験

①プラシンによる veto

※6.5 cm 径, 14.5 cm 長

Pure Inorganic scintillator experiment in KAmioka for CHallenging Underground sciences

プラシン LG

 ・ 大型[※] GAGG(Ce:Gd₃Al₂Ga₃O₁₂)を用いて, ¹⁶⁰Gdの 2ν2β 発見 or 理論検証を目指す
 →¹⁶⁰Gd 含有量, 発光量, α線 BG 除去可能で有利

	先行研究	PIKACHU実験
¹⁶⁰ Gdの量	100 g	1050g(3結晶)
発光量	10,000 ph./MeV	60,000 ph./MeV
α線BG	感度を制限	波形弁別で除去

PIKACHU実験の現状と将来計画

[4] T. Omori et al., PTEP, Vol. 2024 (2024) 033D01



- PIKACHU 実験は GAGG を用いた ¹⁶⁰Gd の 2β 崩壊探索実験で, 2024 年秋から半減期下限値の更新を狙う Phase1 が始まろうとしている
 現在は探索における BG の詳細理解と <u>Phase1 に向けた準備</u>に取り組んでいる
- ・ LG をプラシン製にすることで, 2ν2β 探索で問題となる ⁴⁰K γ線 BG の<mark>約 20% を veto できる</mark>ことを示した ▶プラシンの低エネルギー γ線 に対する線形性を調査する. また LG の形状や素材を工夫し, さらなる veto 効率の改善を目指す.
- ●長期測定に備えて温度モニターを導入.GAGG発光量の温度依存性を調査し、温度上昇に伴う発光量の減少および波形の変化を確認した。
 ●発光量の温度依存性の理解をさらに深め、長期測定時にデータの補正や安定性担保などに利用する。