48Caの二重ベータ崩壊の研究

大阪大学理学研究科 吉田 齐

CANDLES Collaboration

大阪大学理学研究科

<mark>岸本忠史(実験代表者)、</mark>鈴木耕拓、伊藤豪、坂雅幸、角畑秀一、Wang Wei、武本淳也、Chan Wei Min、 石川貴志、田中大樹、田中美穂、土井原正明

大阪大学RCNP

能町正治、梅原さおり、市村晃一、松岡健次、中谷伸雄

福井大工学部

玉川洋一、小川泉、前田翔平、山本彰紘、川村篤史、上野智史、富田翔悟、藤田剛志、原田知優

徳島大総合科学 伏見賢一

仏兄頁一

大阪産業大学 硲隆太

佐賀大学文化教育学部 大隅秀晃

京都産業大学 岡田憲志

Outline

- 二重ベータ崩壊
 - ●世界の現状
- CANDLES実験
- 今年度の研究活動
- まとめ



● 二つの崩壊モード:

W.

- ① $2_{\nu\beta\beta}$ 崩壞 : (A,Z) \rightarrow (A,Z+2) + 2e⁻ + 2v_e
 - 標準理論の枠内
 - 既に10以上のIsotopeで観測
 766 826 10044 etc.
 - ⁷⁶Ge, ⁸²Se, ¹⁰⁰Mo, etc
 - 半減期 ; 10¹⁸ ~ 10²¹ yr

② $Ov\beta\beta$ decay : $(A,Z) \rightarrow (A,Z+2) + 2e^{-}$ • 標準理論を越えるProcess • レプトン数非保存 • ニュートリノ有限質量 • <u>マヨラナニュートリノ</u> · kKDC claim. ← KL-Zen & EXO-200 reject • 半減期; T_{1/2} ≥ 10²⁶ yr **Ο**νββ崩壊の物理

• Majorana ニュートリノ

- Ονββ 観測 → Majorana性の立証
- See-Saw 機構?

→ m_v = m_D²/M_R << m_D ;微小質量



宇宙線研究所共同利用成果報告会

Ονββ崩壊の検出方法



S.R.Elliot and P.Vogel, Ann. Rev.Nucl.Part.Sci.52(2002)115.

<u>Spectroscopic に $Ov\beta\beta$ と $2v\beta\beta$ を分離する \leftarrow 高エネルギー分解能</u>

⁴⁸Ca for $\beta\beta$ Isotope



Background-freeが目標



208 TI Q-value

一方で

• 自然界存在比が小さい (0.187 %)



CANDLES III @ Kamioka

<u>Kamioka Lab. Map</u>

• CANDLES III

- Site: 神岡鉱山地下~1000 m
- 実験室D
- 検出器: 直径3m × 高さ4m (水タンク) / KamLAND / KamLAND
- •液体シンチレータ設備
 - ●リザーバタンク
 - ●純化裝置(液々抽出、GN₂パージ



CANDLES III Detector

Main detector CaF₂ scintillators (305kg)

Liquid scintillator acrylic tank (2.1 m³)

> <mark>PMTs</mark> 13 inch (side) ; x 48本 17 inch (top & bottom) ; x 14本

CaF₂ モジュール

- CaF2(Pure)結晶 <u>96個;305 kg</u>
- 波長変換層; 280 nm → 420 nm
 - 厚み;5mm
 - Mineral Oil+bis-MSB (0.1 g/L)

• 液体シンチレータ (LS)

- 直径1.37 m x 高さ1.4 m
- <u>容量;2.1 m³ (1.65 ton)</u>
- 成分
 - 溶媒; Mineral Oil(80%)+PC(20%)
 - 溶質;PPO (1.0g/L) + bis-MSB (0.1g/L)

Acrylicタンク

LSタンク

Water Buffer

• 純水

(Pre, Final-filter, Chacoalフィルター, UV殺菌, IonExchanger)

- PMT-LS距離;50 cm
- Passiveシールド

PMTs

● 13 inch (側面); × 48本

面線研究所共同利用成果報告会

17 inch (上下面) ; x 14本2012/12/07

2012年のActivity

- エネルギー分解能向上のため集光器を導入(2月~4月)
 検出器が完成(当初計画の型に)
- 検出器性能評価のためのデータ収集
 - 2012年5月末~11月下旬
 - 安定的にデータ収集
 - Calibrationデータ (⁸⁸У: γ線源): /month
 - Normalランデータ (Background評価用)
 - Calibration結晶(不純物量;その他の10000倍)有:性能評価用
- 現在
 - データ解析中
 - 実験:データ収集系の高速化、PMT交換など



宇宙線研究所共同利用成果報告会

2012/12/07

PSD for CaF₂.vs. LS

• CaF₂.vs. LS 信号の波形弁別





• ライトパイプ設置前後の集光量比較





Summary

- Ovββ 崩壊探索実験 →ニュートリノのマヨラナ性の立証
- Spectroscopic測定 → Ovßß と2vßß 事象の分離
- CANDLES実験:⁴⁸Caを使ったΟνββ崩壊事象観測実験
- CANDLES-III号検出器:神岡坑内実験室Dに建設
 - (当初計画の)検出器本体が完成
 - 集光の改善;ほぼ目標値達成 (0.9 p.e./keV)
 - CaF₂+LSシンチレータの検出器、事象再構成など;OK
- 現在
 - データ解析中(今年度中に性能評価をまとめる)
 - BGフリー観測に向けてDAQの高速化
- 共同利用研究経費:20万円
 - 旅費に使用; 阪大、福井大等 ←→ 神岡

宇宙線研究所共同利用成果報告会