0vββ崩壊探索AXELの現状

京都大学 理学研究科 物理学第二教室 高エネルギー物理学

修士課程二回 潘 晟

2016年2月29日 ICEPPシンポジウム@白馬

ニュートリノを伴わない二重ベータ崩壊(0νββ崩壊)

2016年2月29日

ICEPPシンポジウム 22

2



ニュートリノを伴わない二重ベータ崩壊 ニュートリノがマヨラナ性をもつ場合にのみ起こり得る



AXEL実験 -A Xenon ElectroLuminescence-

2016年2月29日 ICEPPシンポジウム 22





-> 目標: 0.5%FWHM @ Q値

Electroluminescence Light Collection Cell (ELCC)

セル状の各領域でEL光を検出することで、エネルギー測定と飛跡検出を同時に行う 電気力線をセル内に引き込む構造なので、光量の位置依存性を軽減 堅い素材で構成されているため、大型化が容易(メッシュのたわみのような問題が無い)



Electroluminescence Light Collection Cell (ELCC)

セル状の各領域でEL光を検出することで、エネルギー測定と飛跡検出を同時に行う 電気力線をセル内に引き込む構造なので、光量の位置依存性を軽減 堅い素材で構成されているため、大型化が容易(メッシュのたわみのような問題が無い)



2016年2月29日 ICEPPシンポジウム 22

AXEL実験 Member

京都大学が中心となって進めているOnbb崩壊探索プロジェクト。 Onbb崩壊探索としては新参者です







市川温子准教授



中村輝石(Ph.D)



晟(M2)





田中駿祐(M1)

廣瀬昌憲氏、関谷洋之氏(東大宇宙線研)、上島考太氏(東北大RCNS)、身内賢太朗氏(神戸大)



7

日進月歩。着々と進めています。 2012 2013 2014 2015 2016 ▲ Xeガスを用いた実験の提案

AXELの歩み

1 42.00 %

8

日進月歩。着々と進めています。 2012 2014 2015 2013 2016 Xeガスを用いた実験の提案 ELCCによる信号の観測 1気圧アルゴンガス 反対側ビューポートのPMT ELCC信号 1目盛り1µs 20.0mVQ Ch2 5.00mVQ M 1.00us A Ch

AXELの歩み

9



AXELの歩み





11



MPPCの光子検出効率(Photon Detection Efficiency, PDE)

通常のMPPCは真空紫外光に感度を持たない 浜ホトとMEG実験がLXe用に開発したVUV-sensitive MPPCを用いる -> 液体とは温度・屈折率の異なる気体のXe中でのPDEは未測定 // MPPC -------



→ Acceptance補正を行い、PMTを参照 (QE=30%)としたMPPCのPDEを求める

MPPCの光子検出効率(Photon Detection Efficiency, PDE)

結果、評価

<u>PDEとして11~14%が得られた</u>

分解能0.5%(FWHM)を達成するために要求 されるPDE:数%

-> 要求される性能を満たすといえる

->AXEL検出器に導入できることを確認







15

- AXEL検出器の製作にあたり、有効領域:*ϕ*10cm、長さ6cm、64chの 試作機を製作
- -> ⁵⁷Coガンマ線源(122keV)を検出器外から当て、検出器の理解と動作 実証、エネルギー分解能の評価を行うことが目的



試作機の製作

2016年2月29日 ICEPPシンポジウム 22





2016年2月29日 ICEPPシンポジウム 22 **17**



・評価を行ったVUV-sensitive MPPCを用いた かったが、取り扱いの問題で多く(約1/3)を壊 してしまった



通常の製品のMPPCに波長変換剤(TPB)を塗布 (刷毛を用いてMPPCの受光面に直接塗布)

試作機の動作実証

イベントディスプレイ(122keVイベント) -> OK as a TPC



18

19

試作機の性能評価

- 4気圧のキセノンガス
- · ⁵⁷Coガンマ線源を用いて性能評価(122keV)
 - 4つのピークを観測

•

-> それぞれのピークをガウス関数でフィットし、エネルギー分解能(FWHM)を評価



試作機の性能評価

20

各ピークのエネルギーと分解能(FWHM)をプロット (エラーバーはフィッティングの際の誤差)

エネルギー分解能 @ Q値(2458keV):<u>3.6% (FWHM)</u>

-> 目標(0.5%)に比べると1桁ほど悪い(constant termを除くことができれば1.03%(FWHM))



まとめ

21

¹³⁶Xeを二重ベータ崩壊核とした高圧キセノンガスTPC:AXELを開発

- 大質量、高エネルギー分解能、背景事象除去能を兼ね備えた検出器

検出器に用いる光センサーであるVUV-sensitive MPPCの高圧ガスキセノン中でのPDEを 調査

- PDE : 11~14%

-> 要求をクリア(AXEL検出器に導入可能)

試作機を開発、通常のMPPCに波長変換剤を塗布して⁵⁷Coガンマ線源を用いた性能評価 - 二重ベータ崩壊のQ値換算で3.6%(FWHM)のエネルギー分解能

- -> MPPCをVUV対応に変更、ガスの純化などにより改善が期待
- -> まずは試作機で目標のエネルギー分解能(0.5%FWHM@Q値)を達成する
- -> より高いエネルギーのガンマ線(511keV、622keV、1.1MeV、1.3MeVなど)で評価

次期大型試作機の開発に向けたstudyの実施中

- AXELメンバー総出となって進めている