

卒業論文概要書

2019 年 2 月提出

所属学科	物理学科	氏 名	小津 龍吉	学 籍 号	1Y15A013-6
研 究 題 目	液体シンチレータを用いた中性子波形弁別			指 導 員	寄田 浩平

1. 導入

暗黒物質と中性子はともに原子核反跳を起こす。したがって暗黒物質直接探索実験において中性子は背景事象となる。環境中性子測定の研究目的はその量を見積もることである。環境中性子には宇宙線起因と岩盤起因が存在するが地上では宇宙線起因が支配的である。なかでもミューオン由来が多く、その成分を低減させるため地下で暗黒物質探索は行われる。しかし地下では ^{238}U の自発核分裂や

(α, n)反応による岩盤起因の中性子が主な背景事象として観測される。これらは岩盤の組成が場所ごとに異なるために、

暗黒物質直接探索実験を行う環境下で測定される必要がある。そこで神岡宇宙素粒子研究施設の Lab-B に液体シンチレータ (BC-501A) を設置して中性子測定を行った。液体シンチレータは高速中性子と γ 線に感度を持ち波形弁別能力を有する。本稿の時点で 2 年間のデータを取得しており、本研究では長期データの解析をして中性子波形弁別と中性子レートの算出を行った。

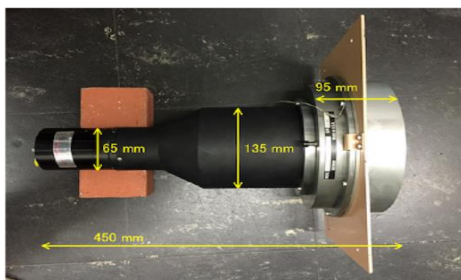


図 1 液体シンチレータと PMT

2. 波形弁別分布におけるノイズの削減

^{252}Cf を用いた線源データ、2018 年 1 月の約 500 万事象について波形弁別分布を作成した(図 2)。この分布は γ 線事象と

中性子事象を分離できている。これら以外の事象はノイズとなる。例として γ 線のパイルアップ事象は中性子事象と評価され

取り除く必要がある(図 3)。除去

するために 2 つの波形の時間情報の差を利用した。線源データを較正データとして用いることで

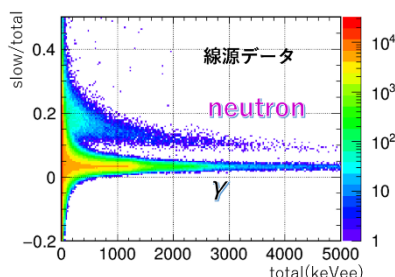


図 2 線源を使用した PSD 分布

中性子領域を確認し、パイルアップ事象は取り除き中性子事象を保存する手法を確立した。なお先行研究では線源不使用時に

1200keVee 以下において α 線が支配的と考察されており本手法は 1200keVee 以上における中性子事象数が希少な領域について適用できるものである。

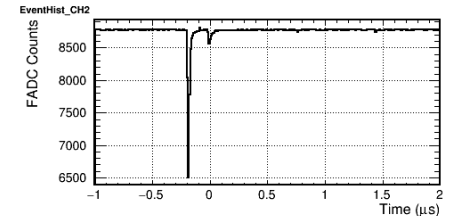


図 3 中性子に誤判断される波形

3. 中性子レートの算出

まず線源データより中性子領域を定義した上でより中性子 like な事象の存在する領域を再定義する。次に γ 線、中性子領域外に存在する事象が再定義した領域にも均一な背景事象として存在すると仮定する。これを引いた上で真の中性子事象数を算出する。最後に 2018 年 1 月のデータ取得時間、検出器の有感領域の質量、エネルギーで割ることで中性子レートを求めた。1200keVee 以上において 2016 年 10 月から 2017 年 1 月のレート(先行研究)と、2018 年 1 月と 7 月(本研究)のレートが誤差の範囲内で一致することを確認した(図 4)。

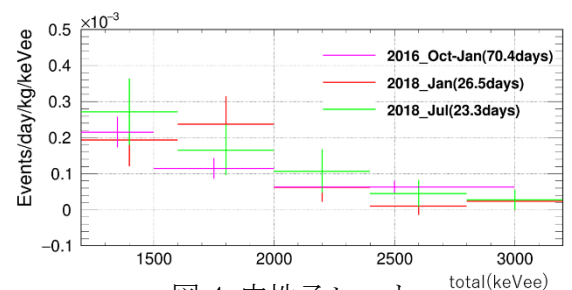


図 4 中性子レート

4. まとめ・展望

液体シンチレータ検出器を用いた測定データの、パイルアップ事象除去手法を確立し、波形弁別を達成した。また、補正を加えてより中性子 like な事象数を算出し中性子レートを求めた。本研究内および本研究と先行研究を比較し、誤差の範囲内での一致を確認した。今後は年間を通したレートの算出を行い、さらに ^6Li をドープしたプラスチックシンチレータ(EJ-270)を用いることで熱中性子の波形弁別を達成し地下での同様なデータ取得を検討している。