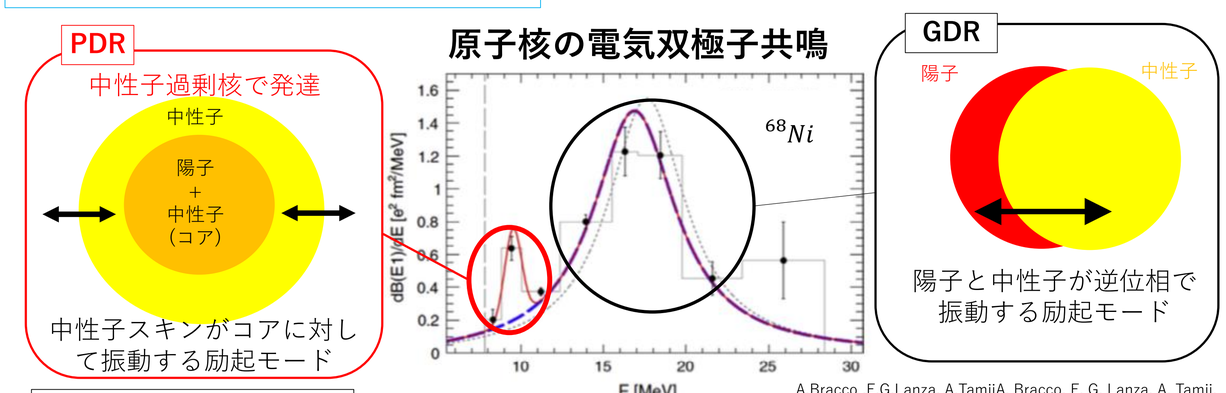
Ni 同位体の(γ, n) 反応による粒子放出閾値近傍のE1 遷移強度分布から探る中性子スキンの構造

京大理 甲南大理工[A] 兵庫県立大工[B]
辻崚太郎, 有水大地, 生駒洋樹, 鵜沢浩太朗, 緒形直輝, 荻尾真吾, 堤光太郎, 山村周,
宇都宮弘章[A], 有泉高志[A], 金田佳子, 阪上朱音, 銭廣十三, 宮本修治[B], 永江知文, 土方佑斗, 吉田賢市

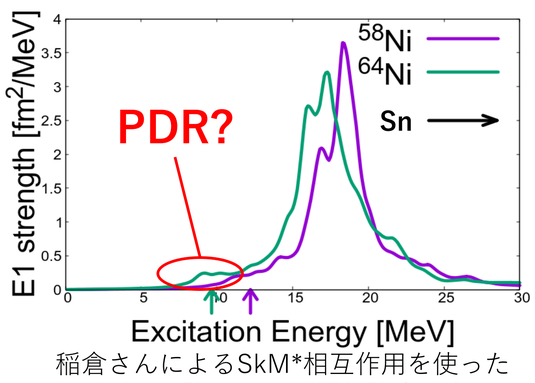
E1遷移強度と中性子星



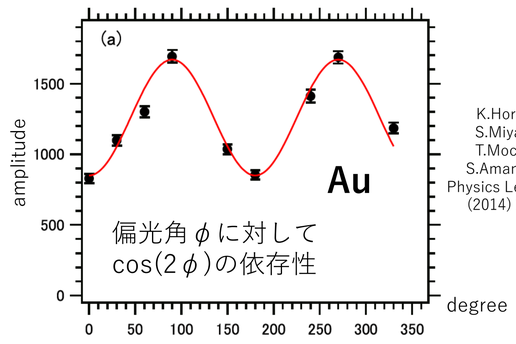
A.Bracco ,E.G.Lanza, A.TamiiA. Bracco, E. G. Lanza, A. Tamii, Progress in Particle and Nuclear Physics, 106(2019) 360.

理論計算による示唆

PDR領域のE1励起スペクトル ⟷ 中性子スキン厚 ⟷ 中性子星の状態方程式のパラメータ



稲倉さんによるSkM*相互作用を使ったHFRPA計算でのE1遷移強度分布



K.Horikawaa, S.Miyamotoa, T.Mochizukia, S.Amanoa, *et al.* Physics Letters B 737 (2014) 109–113

Auを標的に用いた偏光面からの角度に対するGDR領域での強度分布

目標
1. ^{58}Niと中性子過剰核である^{64}Niで閾値近傍の遷移強度を測定する
2. ＰＤＲ領域でも,ＧＤＲ領域と同様の偏光に対する断面積の依存性が見えるかを確認する

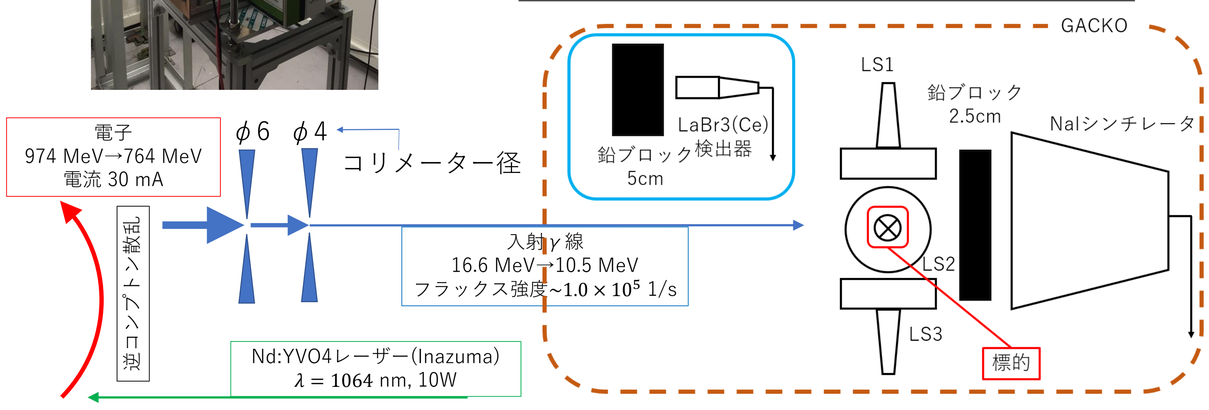
実験@NewSUBARU

逆コンプトン散乱で目的のエネルギーのγ線を得る

液体シンチレータ(LS)

データ点設定

エネルギー領域	^{64}Ni:9.7MeV-16.6MeV
	^{58}Ni:12.0MeV-16.6MeV
刻み幅	1MeV(PDR 付近では 0.25MeV)
偏光角度 (16.6MeV)	0°, 30°, 45°, 60°, 90°
偏光角度 (10.75MeV)	0°, 45°, 90°
収量	10^2

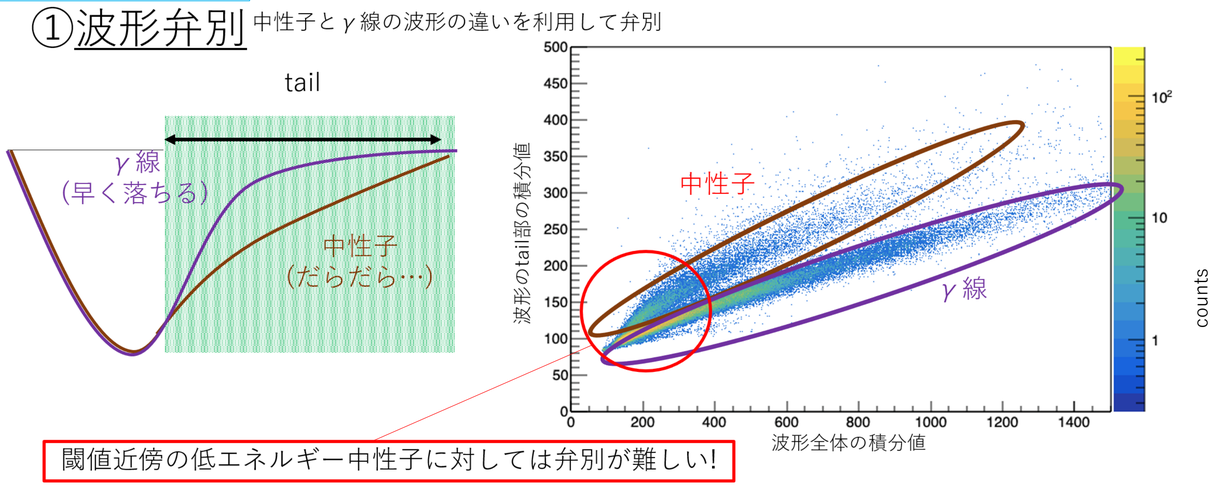


粒子弁別

液体シンチレータは中性子に加えてγ線を検出してしまうため以下の2種類の方法で弁別を行った

①波形弁別

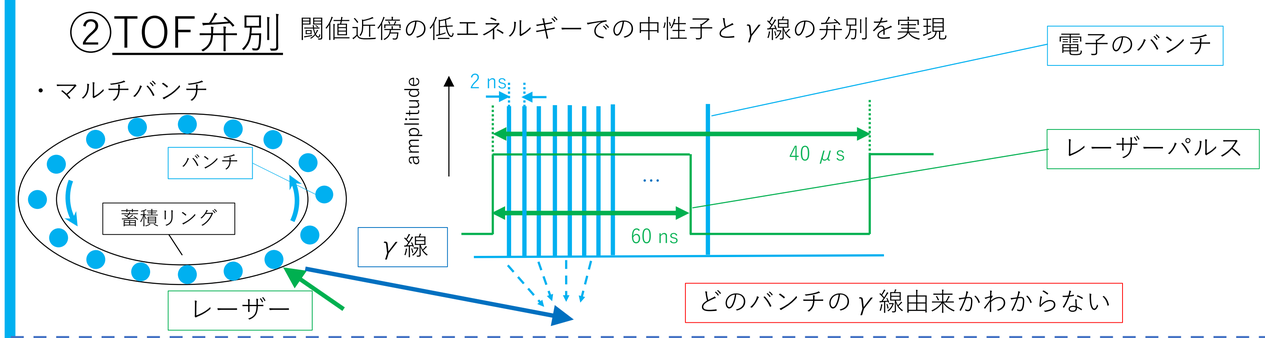
中性子とγ線の波形の違いを利用して弁別

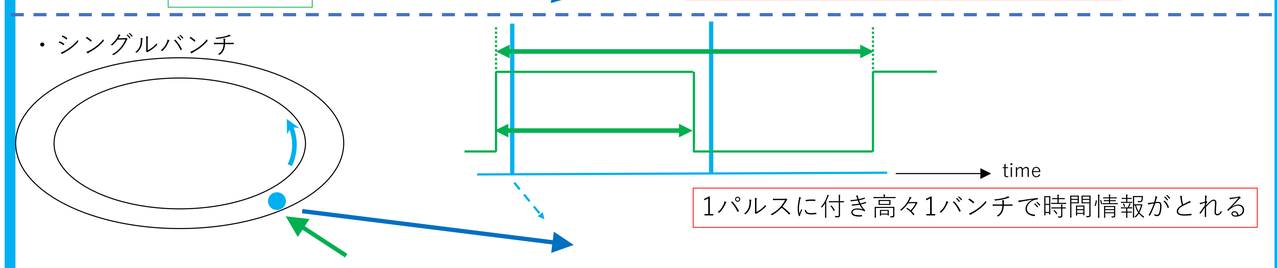


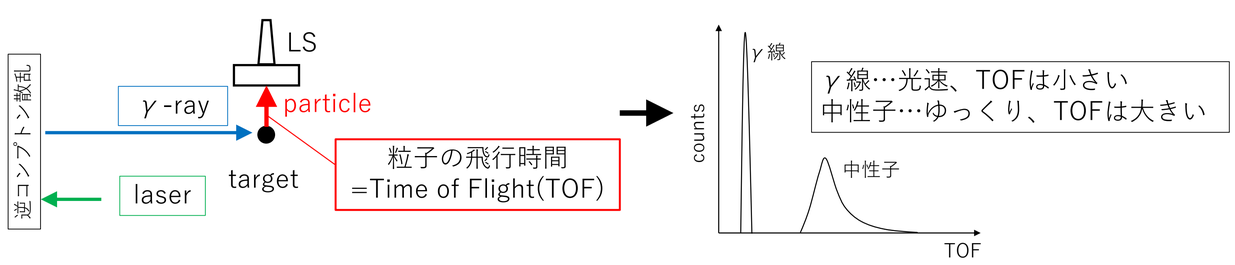
閾値近傍の低エネルギー中性子に対しては弁別が難しい!

②TOF弁別

閾値近傍の低エネルギーでの中性子とγ線の弁別を実現







解析

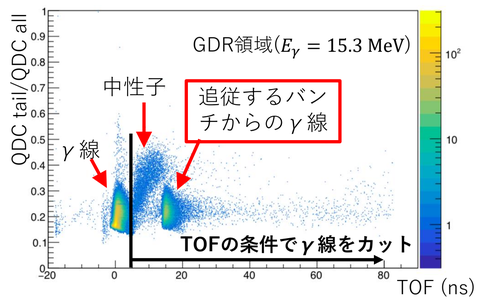
・中性子数のカウント

γ線と中性子のTOFの違いを用いてγ線を取り除きたい

しかし

シングルバンチの後にバンチが追従し中性子がγ線に埋もれてしまった

蓄積電子電流値のモニタ

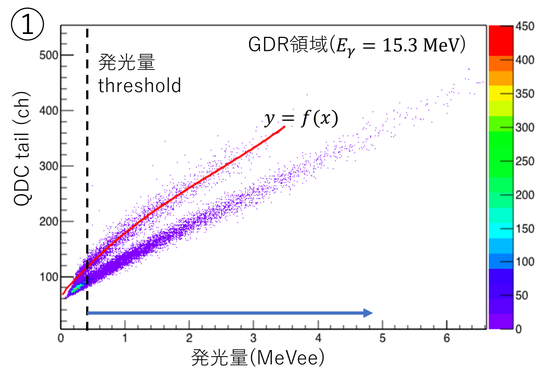


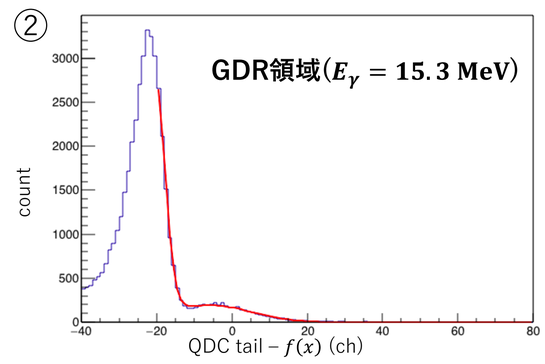
なので

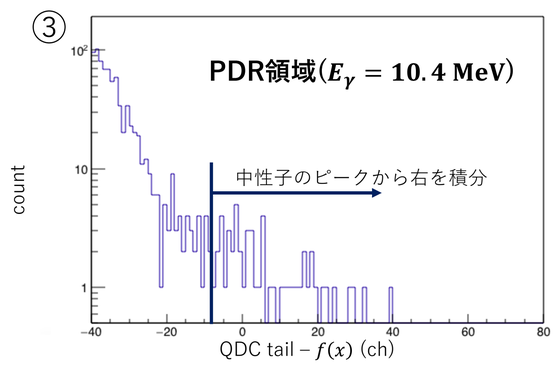
①：中性子の部分を多項式でフィット, γ線と中性子の分離ができるように発光量のthresholdを決定

②：QDC tail-$f(x)$を射影して2ガウスでフィットして中性子分布の中心を決定・中性子をカウント

③：PDR領域では中性子が少なくフィットが困難なので、GDR領域のデータでフィットした中性子のピークの位置から右を積分して2倍することで中性子数を得る

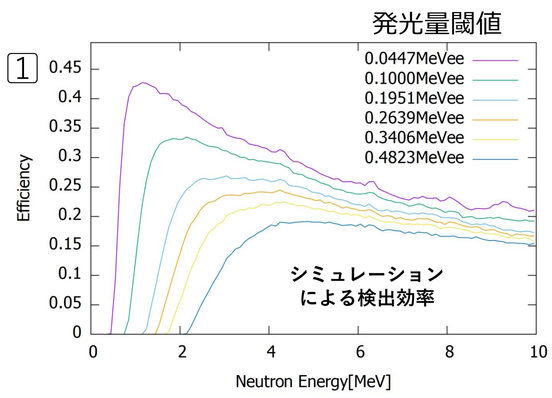


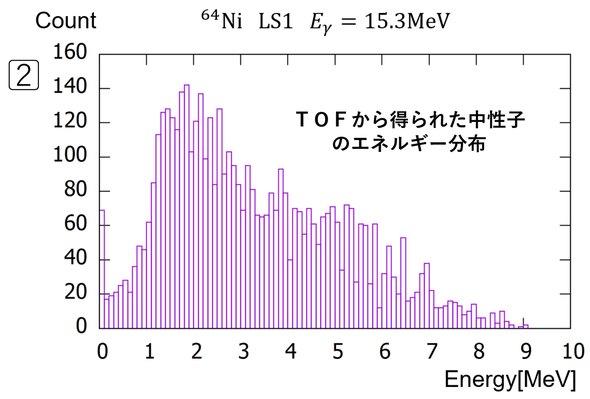




・液体シンチレータの検出効率の評価

1 シミュレーションソフトSCINFUL-CGを用いて単一エネルギーの中性子に対する効率を計算
2 TOF解析から散乱中性子のエネルギー分布を得る
→実際の効率を算出

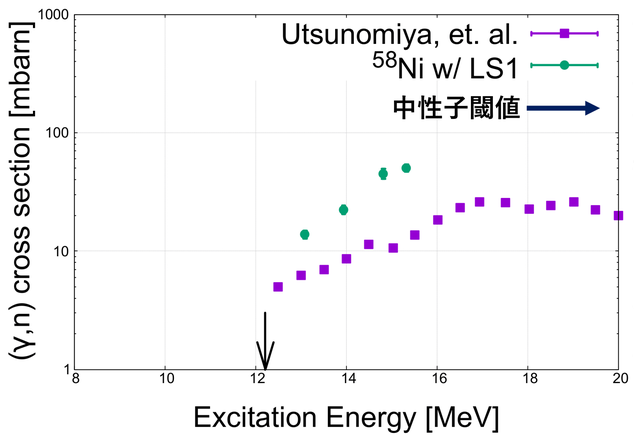




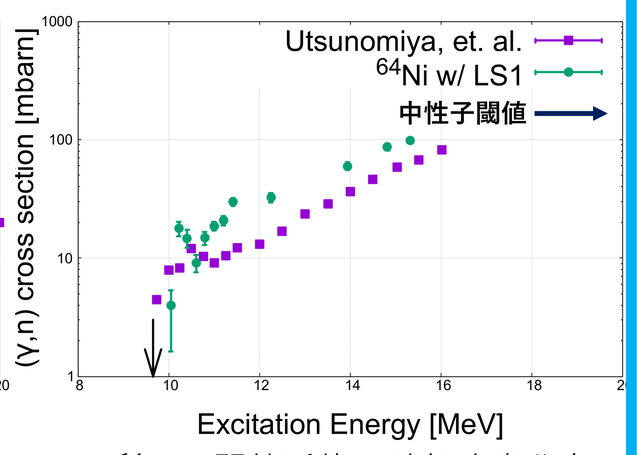
結果

1. 励起スペクトル

utsunomiya…H. Utsunomiya, T. Renstrøm, G. M. Tveten, S. Goriely, S. Katayama, *et al.* PHYSICAL REVIEW C 98, 054619 (2018).

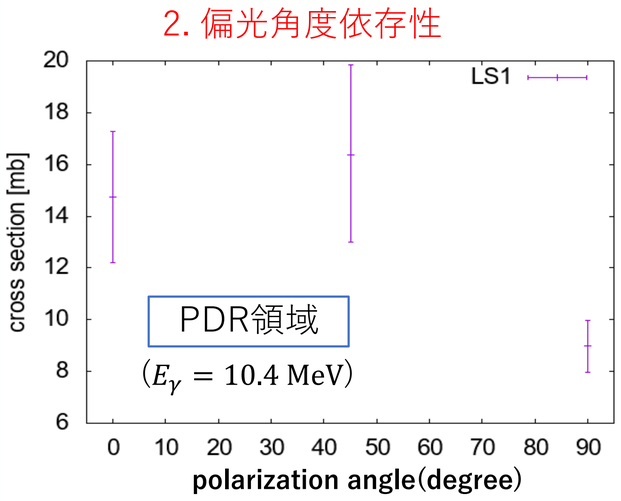


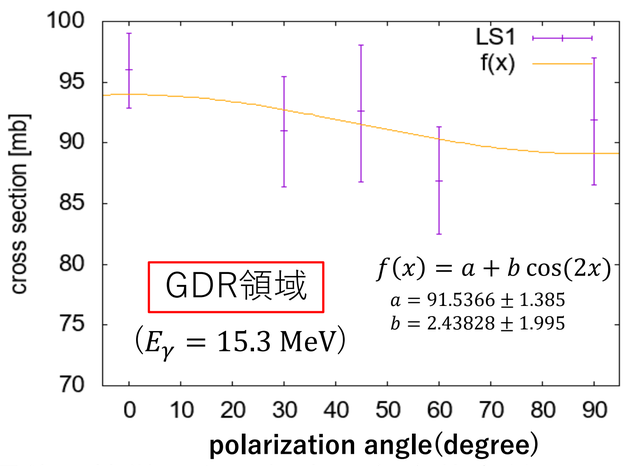
→先行研究（紫）と断面積が数倍以上違う



→^{64}Niの閾値近傍の励起強度分布が観測できた

2. 偏光角度依存性





→GDR領域に比べてPDR領域ではE1遷移の特徴である偏光の角度依存性(cos(2ϕ))がはっきり見えない
→PDR領域では他の遷移(M1など)の割合が大きそう

展望

解析：ＰＤＲ領域のE1分離と、理論計算との比較
　　励起スペクトルが先行研究のものと大きく違うことの原因究明
実験：真のシングルバンチモードの確立(例:短パルスレーザーの使用)