

NEWAGE実験：方向に感度を持つ暗黒物質探索における陰イオンガスμ-TPCの開発

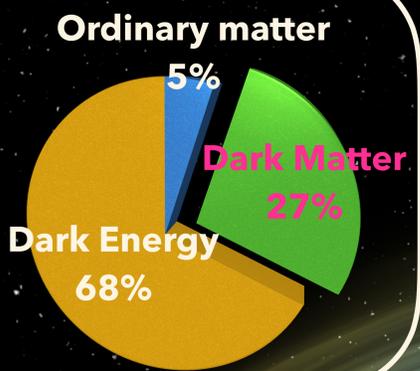
物理学専攻 粒子物理学講座 素粒子物理 M1 島田 拓弥



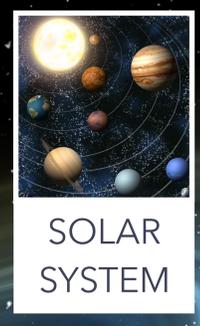
◎ NEWAGE Experiment <- 神戸大学独自の暗黒物質直接探索実験

Dark Matter

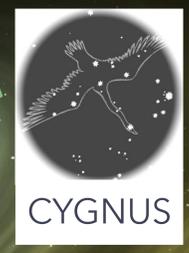
- 未知の物質
- 宇宙のエネルギー組成の約1/4を占めている
- 様々な天文学的現象を説明
- ほぼ相互作用しない物質
- 候補としてWIMP, Axion, etc



WIND of WIMP



~220km/s

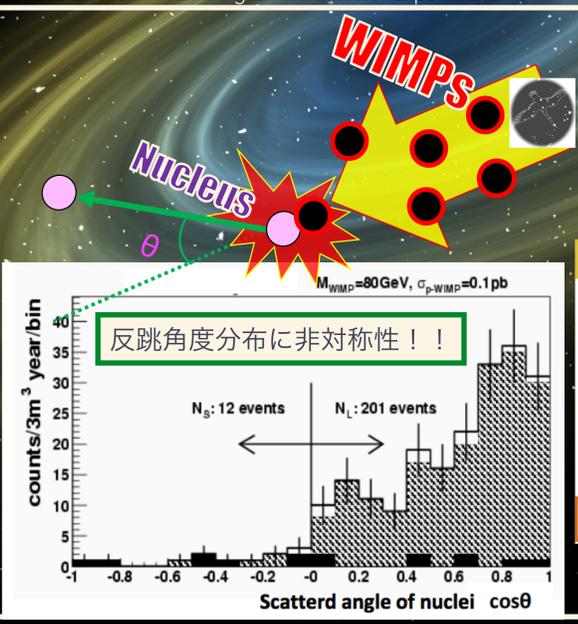


WIMPの風

- WIMP（暗黒物質有力候補）は宇宙空間に充満している
- 太陽系は銀河の周りを回っている
- > 白鳥座方向に進んでいる
- WIMPの到来方向に異方性が存在する（風を感じる!!）

NEWAGE New generation WIMP-search with Advanced gaseous detector Experiment

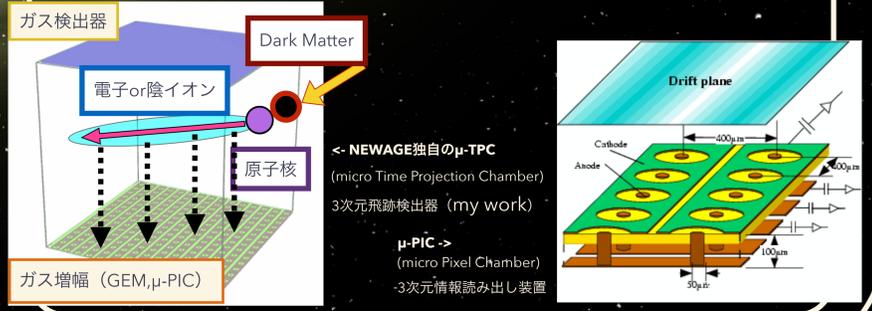
- NEWAGE実験では、このWIMPの風を直接探索している
- WIMPは相互作用として原子核反跳を起こす
- > 到来方向異方性から原子核反跳の反跳角度分布にも異方性が存在する
- 3次元飛跡検出器で検出



シミュレーションによる反跳角度分布 -> 前方方向への反跳が多くなる

検出原理

- Dark Matterによって原子核が反跳 -> 原子核がガス中の分子を電離
- > 生成された電子(or 陰イオン)を電場によりドリフト
- > μ-PICにより位置情報(XY)と時間情報(Z:相対距離)を取得 -> 再構成

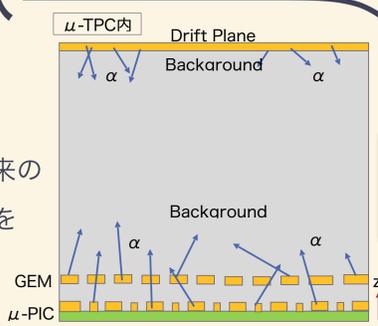


方向に感度を持つ暗黒物質探索では、世界最高感度をもつ。

◎ 陰イオンガスμ-TPCの開発 <- My work

NEWAGEの現状

- 原子核反跳の主な背景事象はアルファ線（区別が付きにくい）
- μ-TPC内の検出器(μ-PICなど)由来の表面アルファ線が検出器の感度を非常に悪くしている

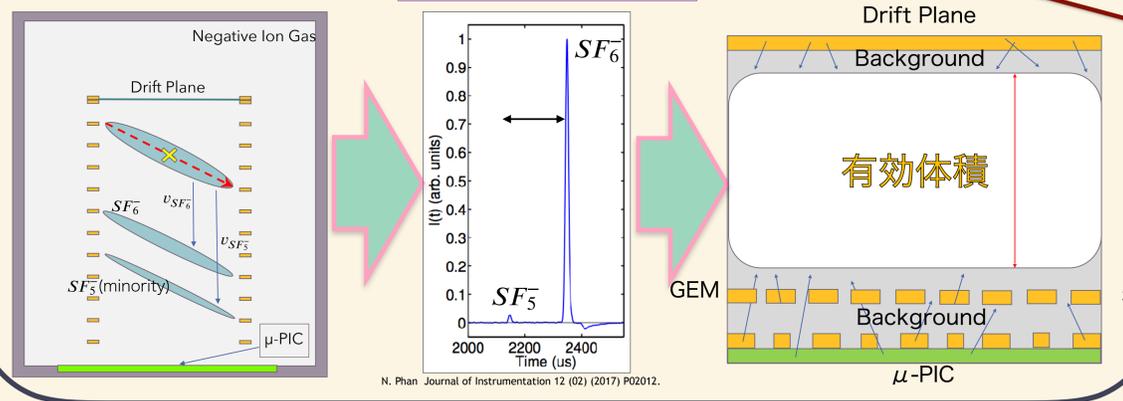


SF₆陰イオンガスμ-TPC

- ドリフト速度の違う2種類の陰イオンが生成
- > その2種類の陰イオンがドリフトする
- > 到達時間に差が生じる
- > Zの絶対位置決定が可能!

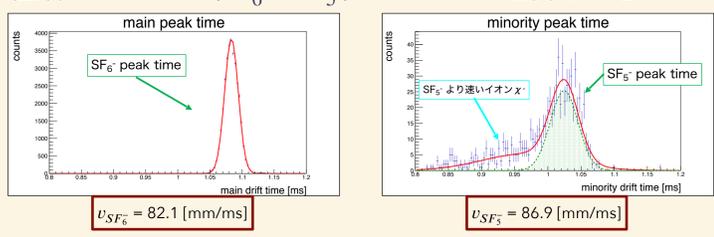
$$Z = (t_{SF_6} - t_{SF_5}) \frac{v_{SF_6} \cdot v_{SF_5}}{(v_{SF_5} - v_{SF_6})}$$

Z方向に対して有効体積カットが可能 -> 表面背景事象を除去

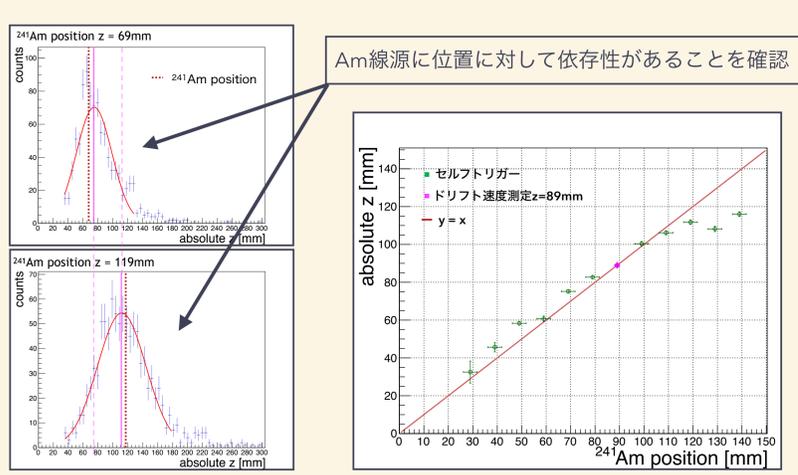


Zの絶対位置決定

- 2種類のキャリア (SF₆⁻とSF₅⁻) のドリフト速度を測定

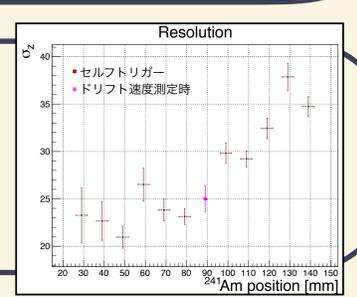


- Am線源の位置を変動させて、それぞれZの位置の再構成を行う



Zの再構成における分解能評価

- Zの絶対位置決定の分解能σ_Zに、Z依存性が存在
- Zが大きくなるほど、分解能が悪くなる
- 分解能は良くないが、Z < 30mmの測定が可能!



課題・展望

- 分解能のZ依存性の原因追求
- 陰イオン拡散のZ依存性の評価
- 新しいマイノリティキャリアの探索
- 大型化の性能評価
- > 暗黒物質探索への導入

◎ CYGNUS/NEWAGE-1.0 Chamber

- 1.6m×1.6m×1mの大型Chamber
- SF₆ガスを用いて有効体積カット
- DAMA領域探索へ

