



SOI Pixel検出器を用いた 低質量暗黒物質探索実験

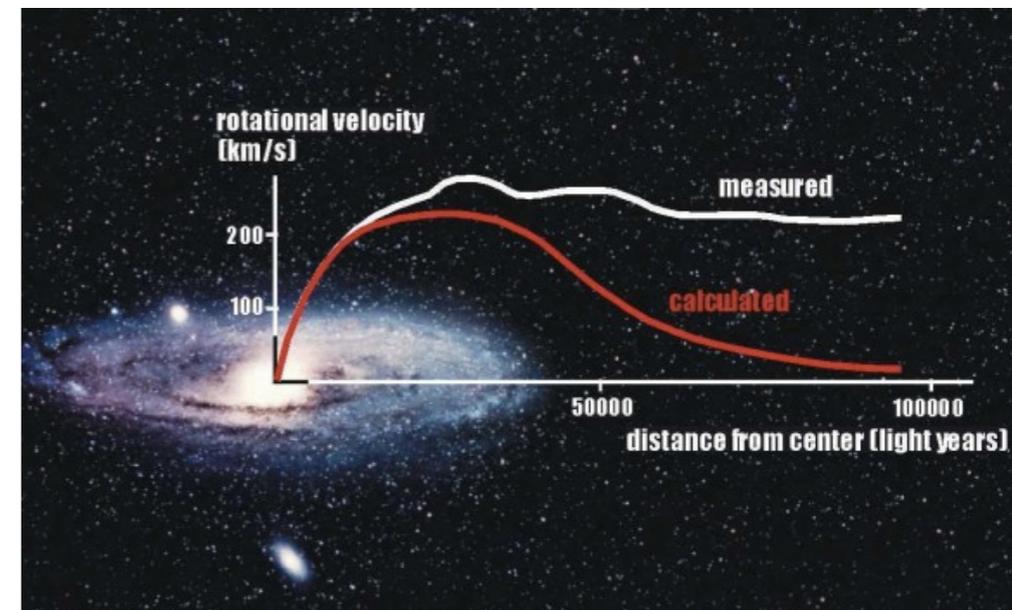
Search for Light Dark Matter
using SOI Pixel Detector

神戸大学 岡直哉

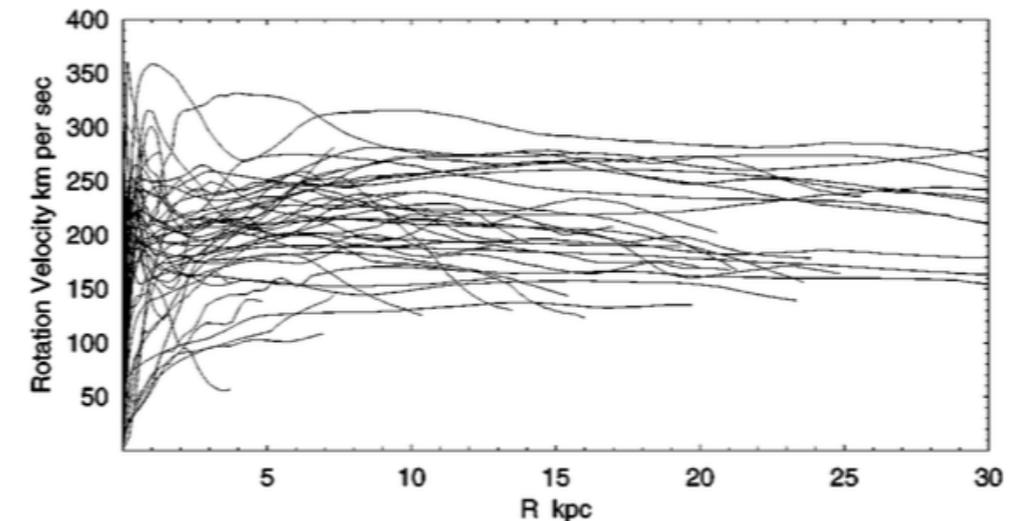
OKA Naoya (Kobe University)
21st ICEPP Symposium (Feb. 10th, 2015)

Dark matter (DM)

- 様々なスケールでの証拠
 - Rotation of galaxy
 - Bullet cluster
 - etc...
- 候補
 - Weakly Interacting Massive Particles (WIMPs)
 - axion
 - etc...



<http://www.universetoday.com/91520/astronomy-without-a-telescope-could-dark-matter-not-matter/>



色々な銀河についての観測値 *ApJ* **523**(1999)137

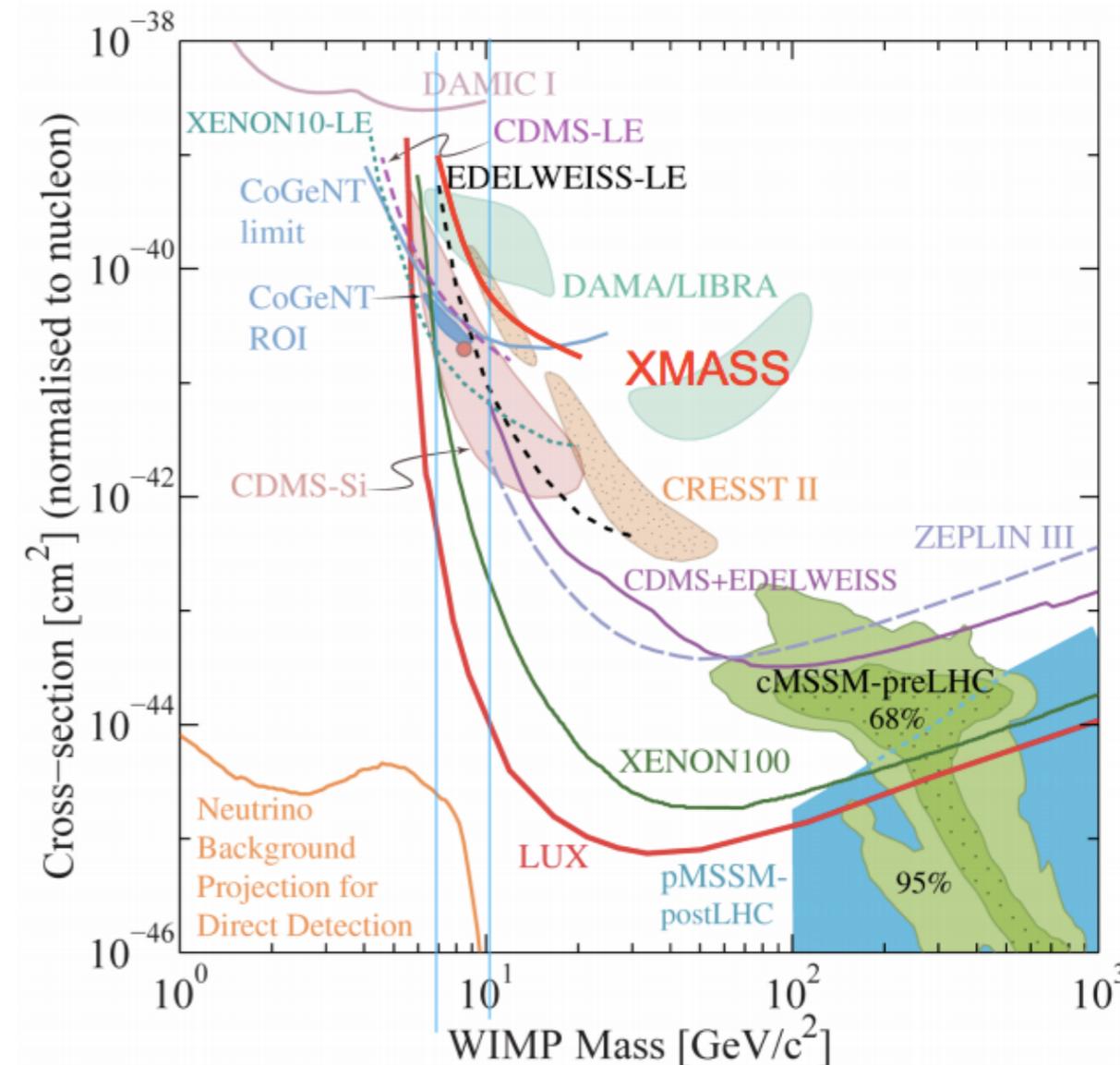
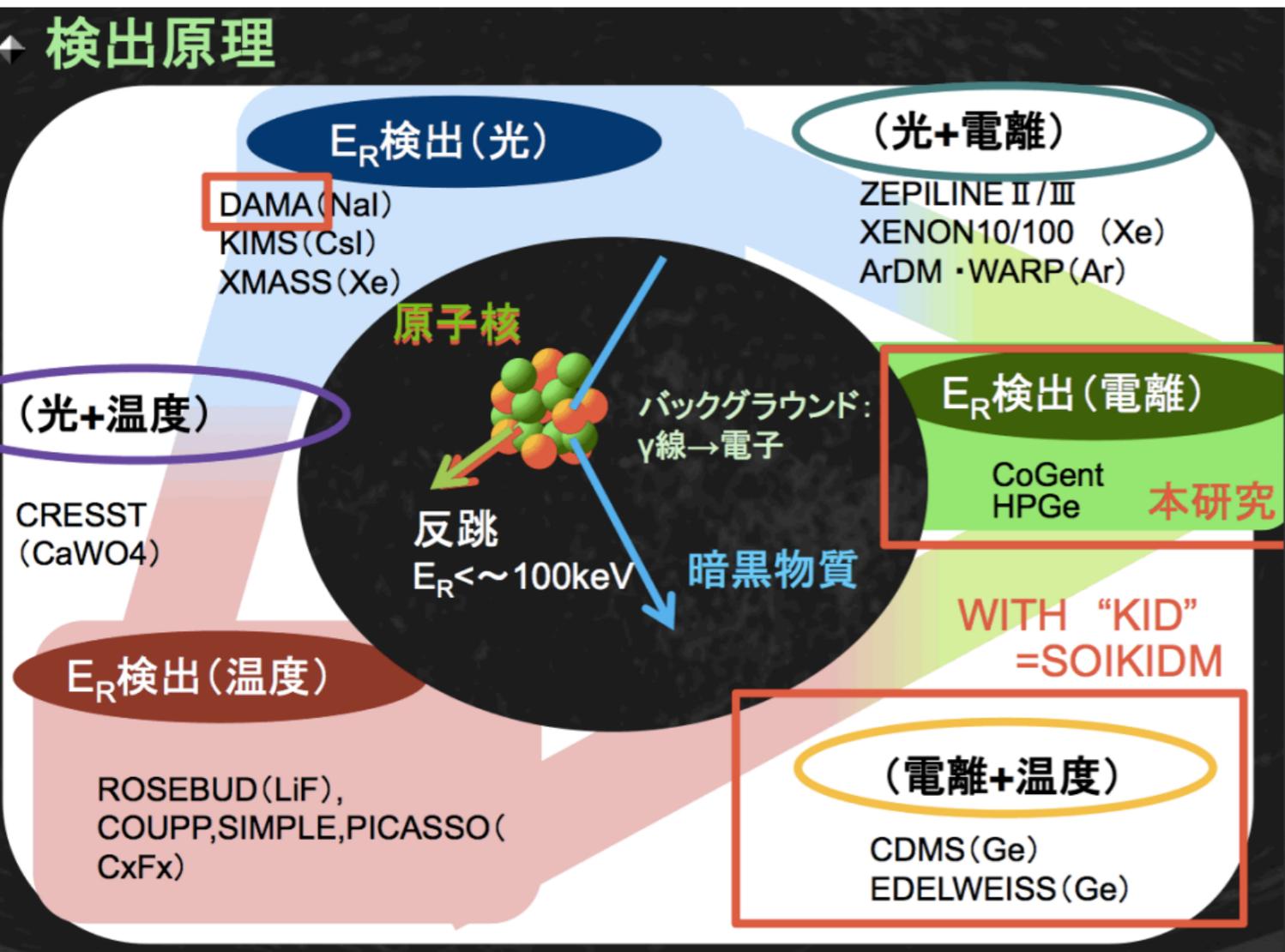


Bullet cluster

動画 <http://youtu.be/eC5Lwjsgl4I>

Direct detection of WIMPs

- 原子核を反跳したときの信号を見る
- Xeを使った実験がリード (LUX, XENON100)



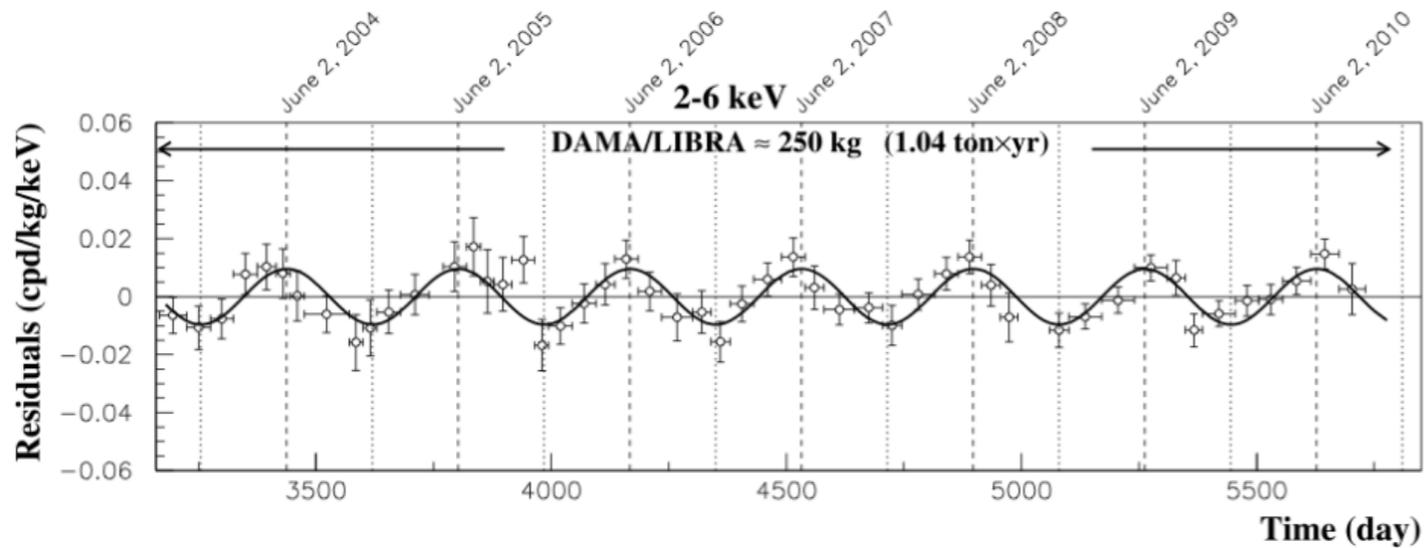
身内さんのいつかのスライドより

http://ppwww.phys.sci.kobe-u.ac.jp/~miuchi/work/work.htm#pre_dom

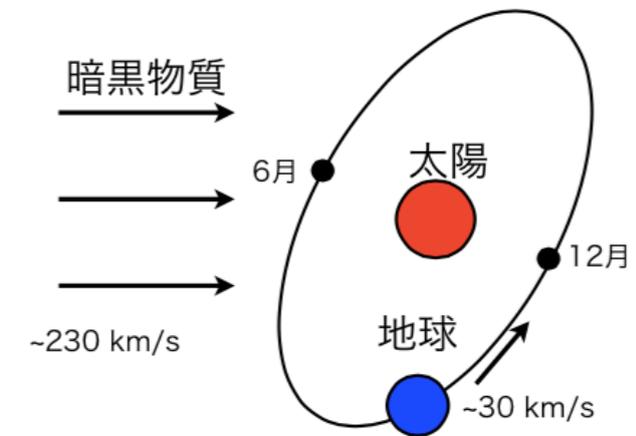
岸本康宏, 地下素核研究 研究会, Aug. 2014

<http://www.lowbg.org/ugnd/WS/index.html>

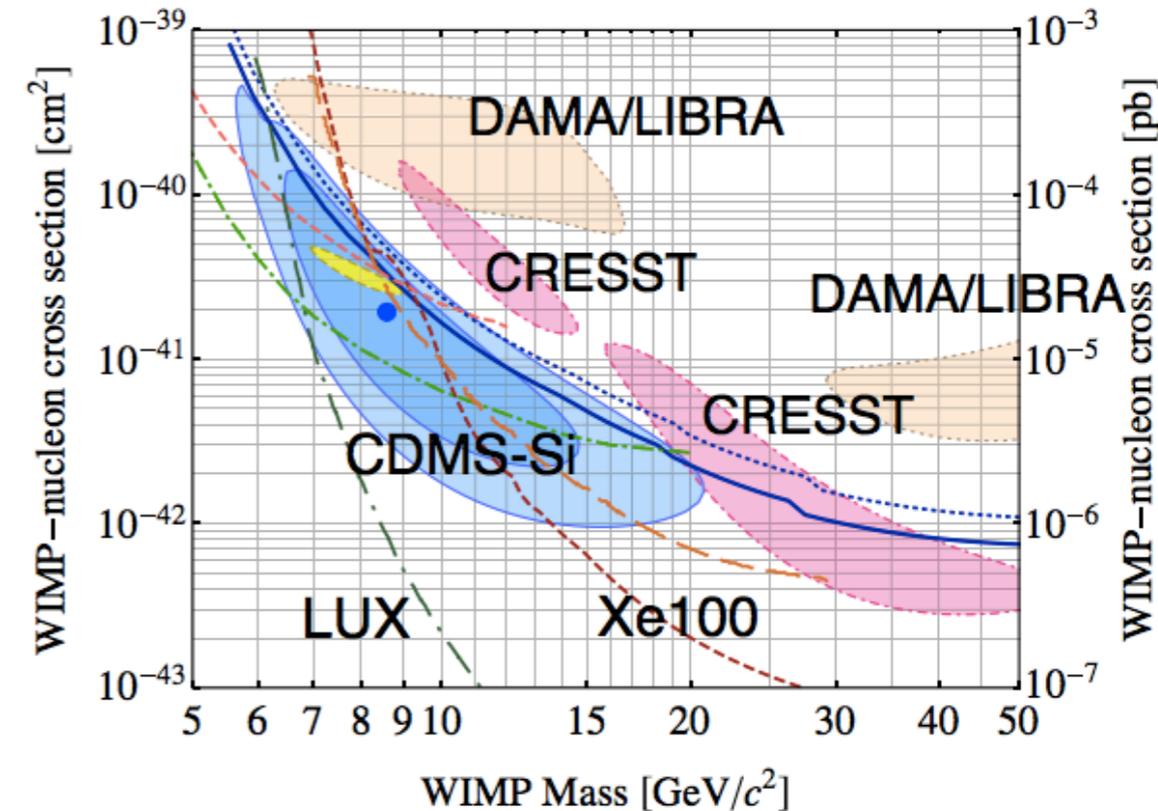
Light WIMPs



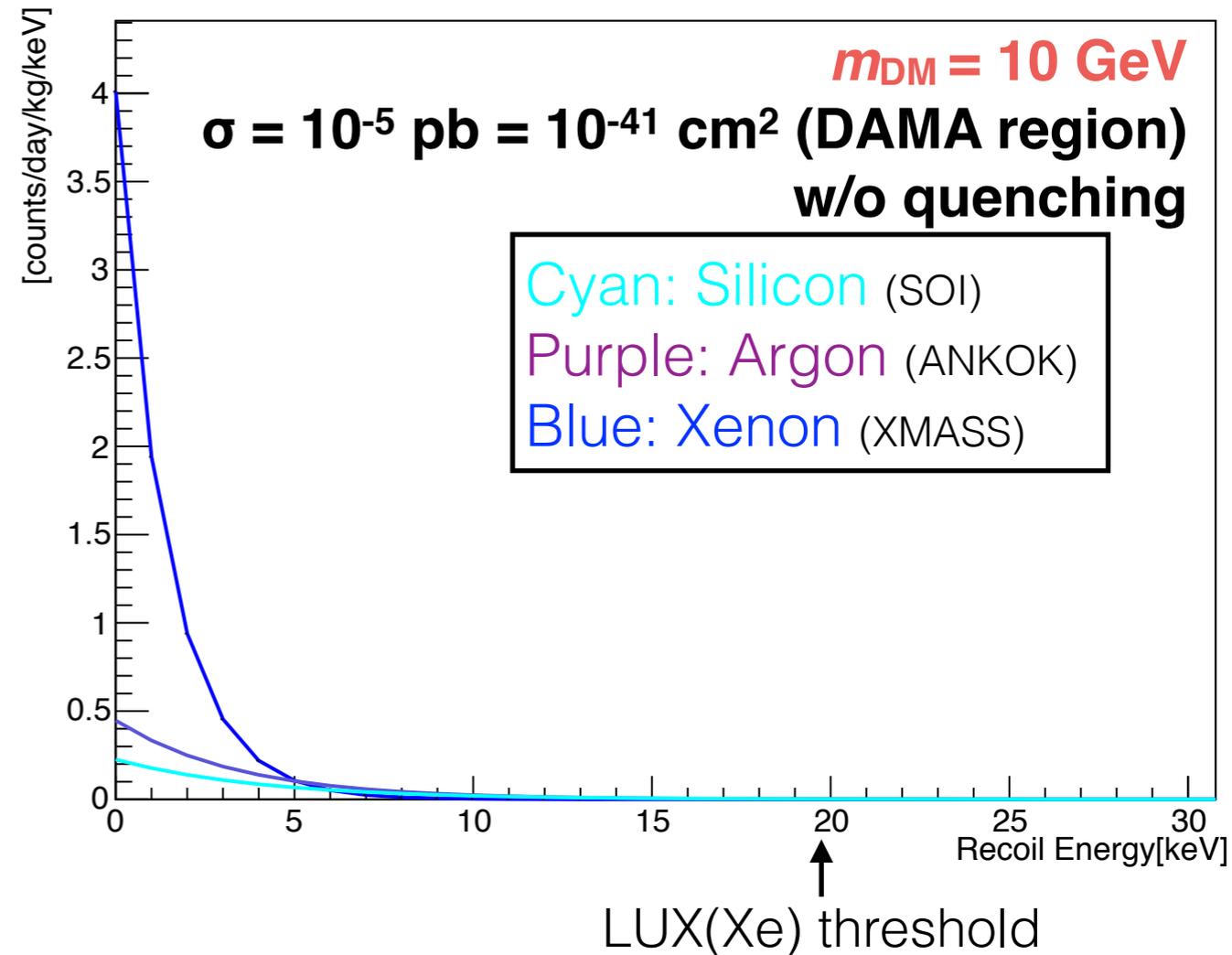
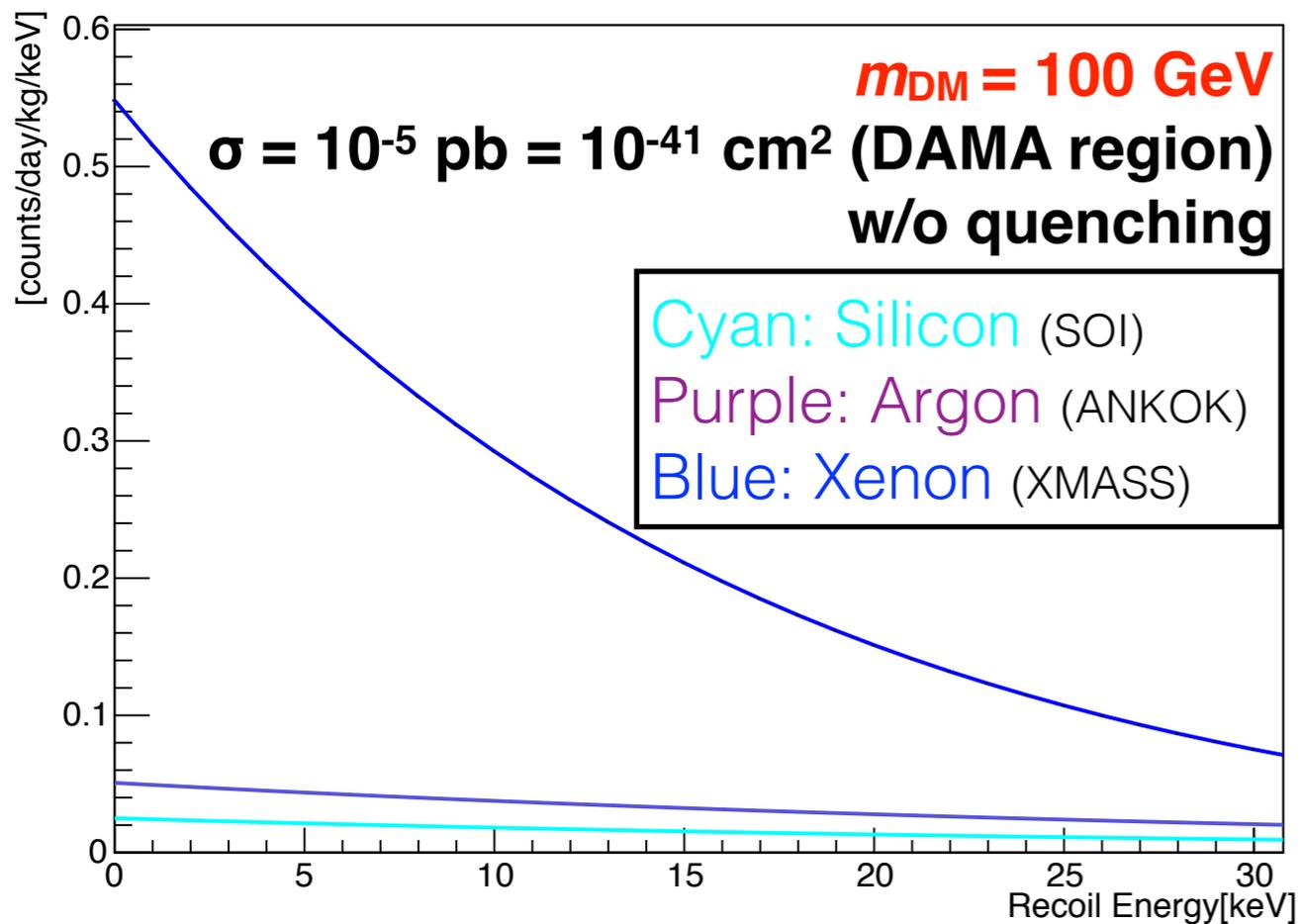
Eur. Phys. J. C **73** (2013) 2648



- DAMA実験は2000年以降14年以上に渡って信号の季節変動を観測
- CoGeNT、CDMS-Si、CRESSTも信号を主張したことも
- LUXやXENON100では棄却
- ➔ 様々な手法で検証する必要



Recoil spectrum expected from DM

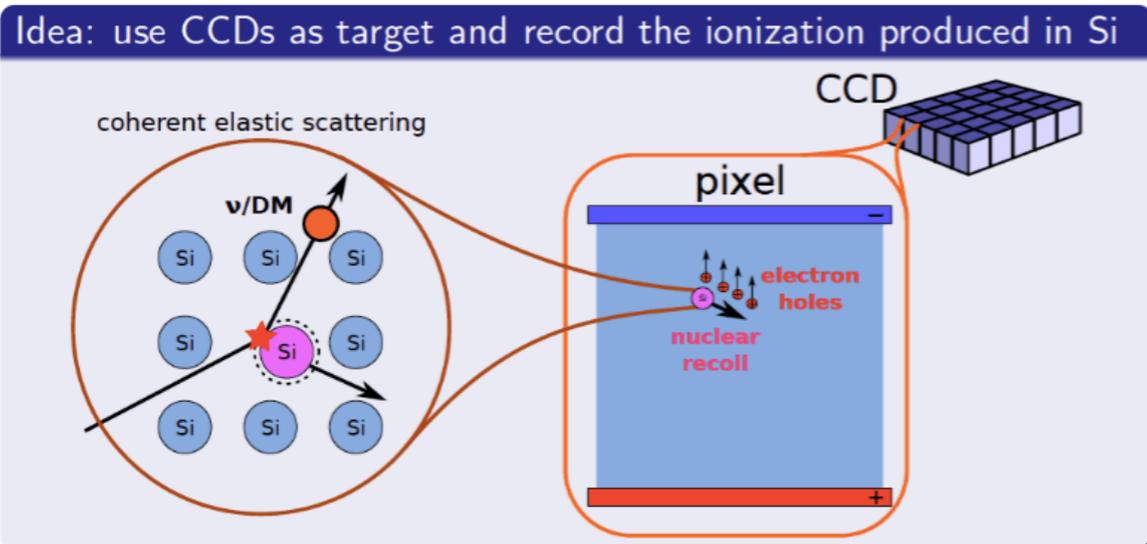
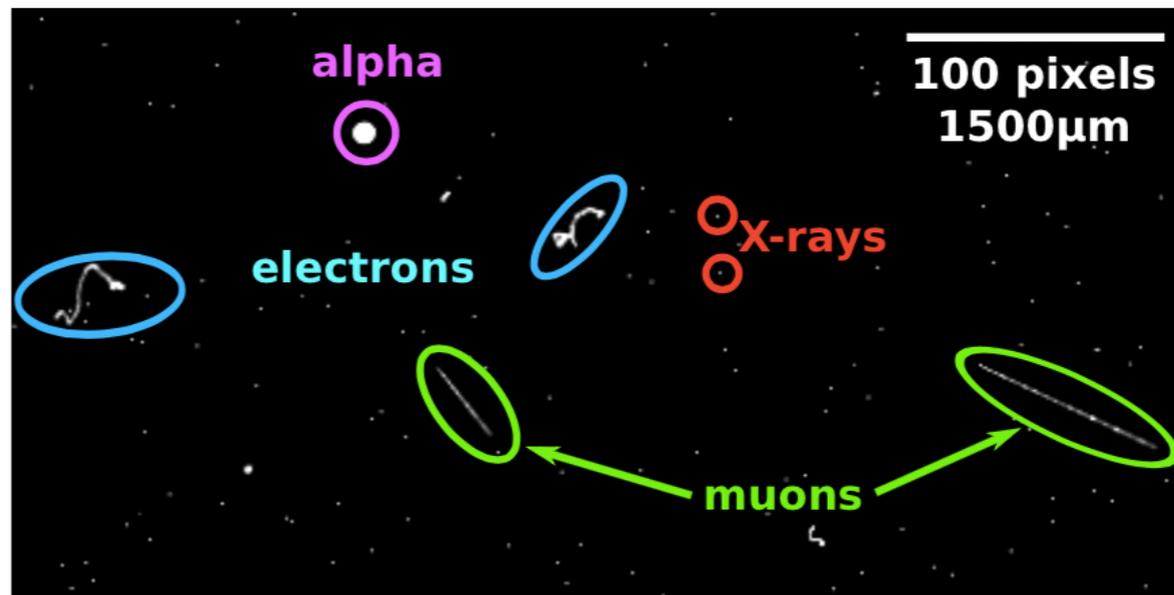


- 大前提：DM事象のレートは小さいので**低BG化が必須**
- DMが軽いと低エネルギー事象の割合が多くなる
- 100 GeV DMでは重い核であるXeが有利だが、**低質量に対しては閾値を下げれば勝てる**

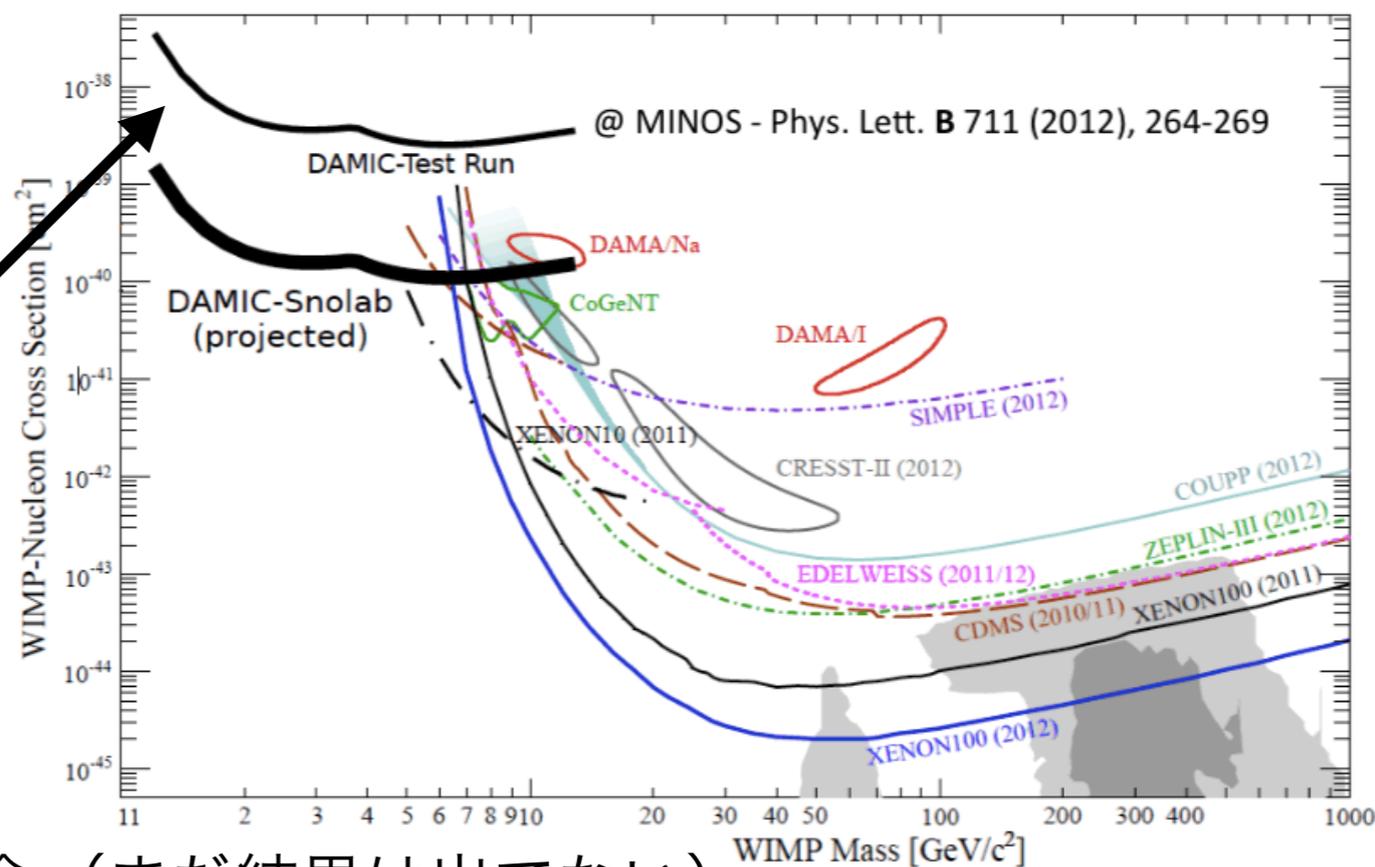
先行研究：DAMIC

PLB 711(2012) 264

DAMIC: Dark Matter Search using thick CCDs
 Juan Estrada
 For the DAMIC Collaboration



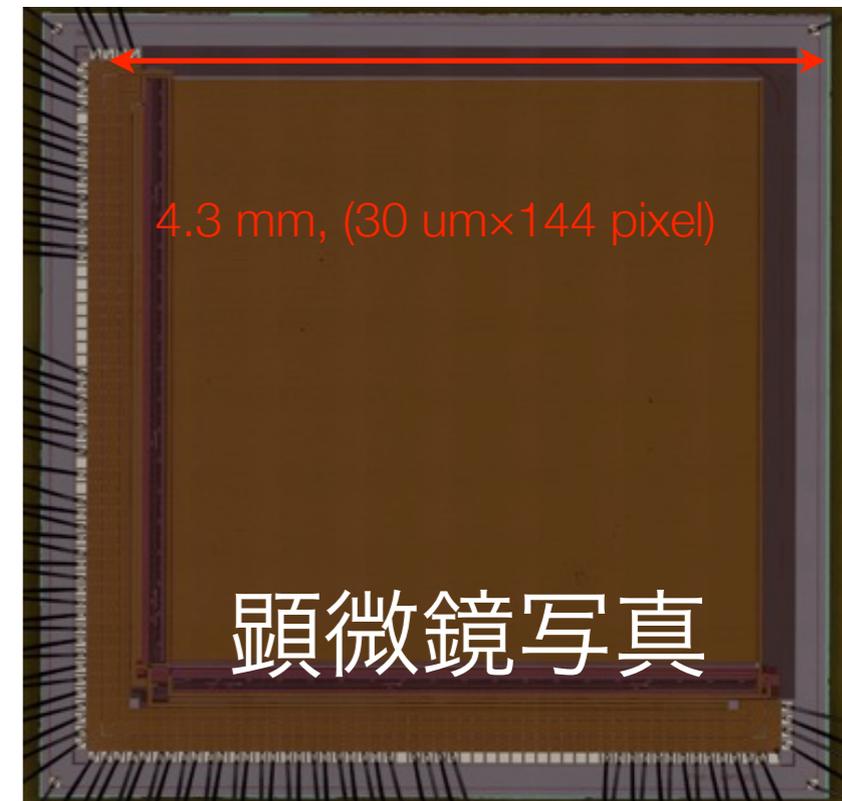
- 0.5 gのCCDを使う(2011、地上)
- 飛跡で粒子識別をする
- エネルギー閾値0.04 keV
- 2012年~ SNOLABで質量を増やして実験 (まだ結果は出てない)
- 反同時計数によるBG除去ができない弱点 ← ここを突いて対抗する



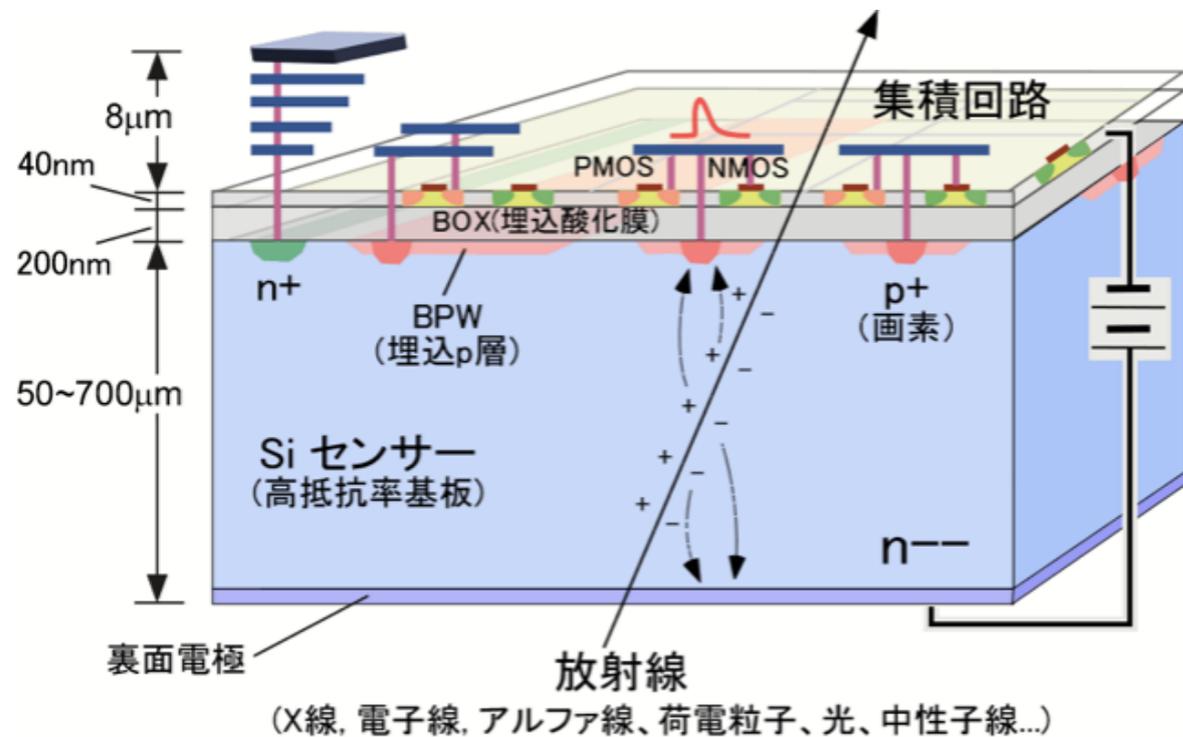
J.Tiffenberg (FNAL)

SOI Pixel 検出器

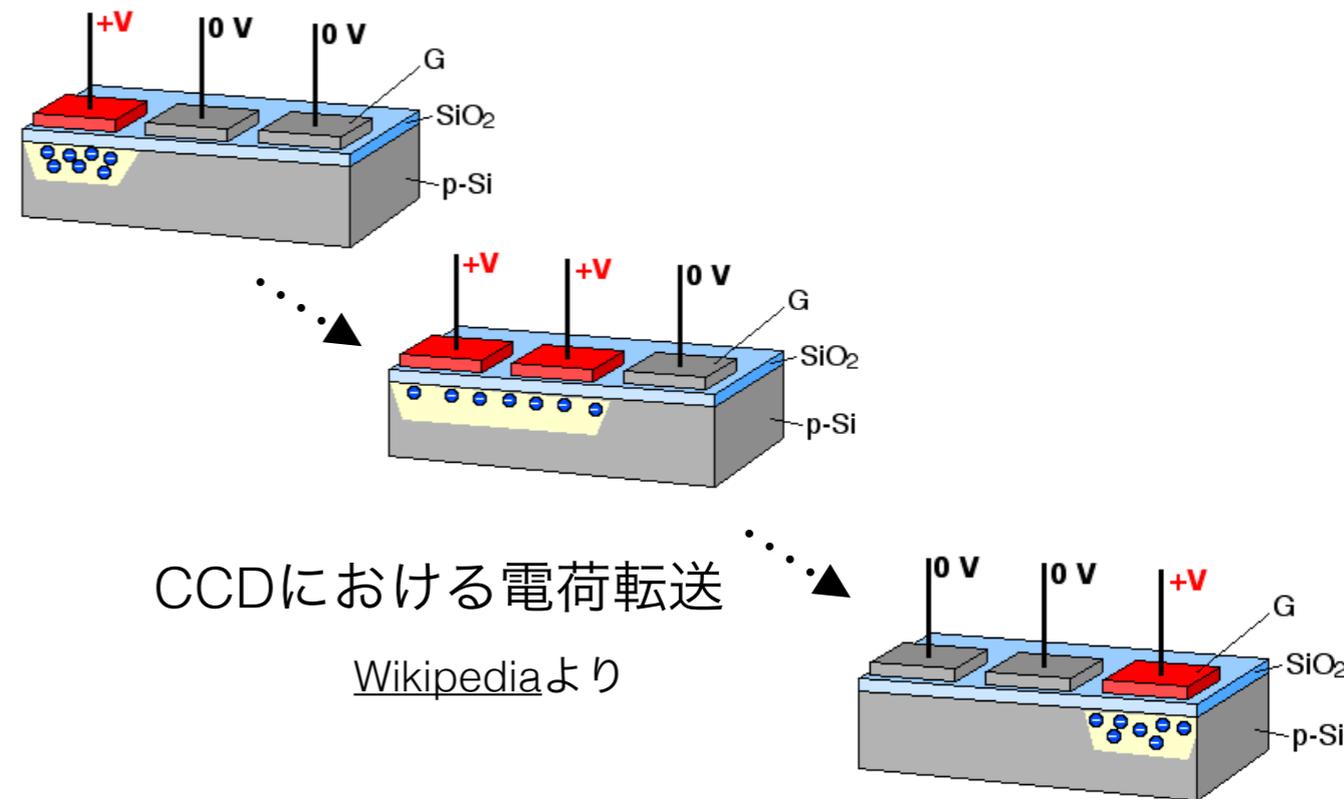
- CCDよりも優れた時間分解能
- イベント駆動読み出しができる
 - 反同時計数ができる(CCDにはできない！)
- ➔ 低BG化が可能



- 今回は京大宇宙線研を中心に開発されているX線用のXRPIX2bを用いる
<http://dx.doi.org/10.1016/j.nima.2014.05.025>

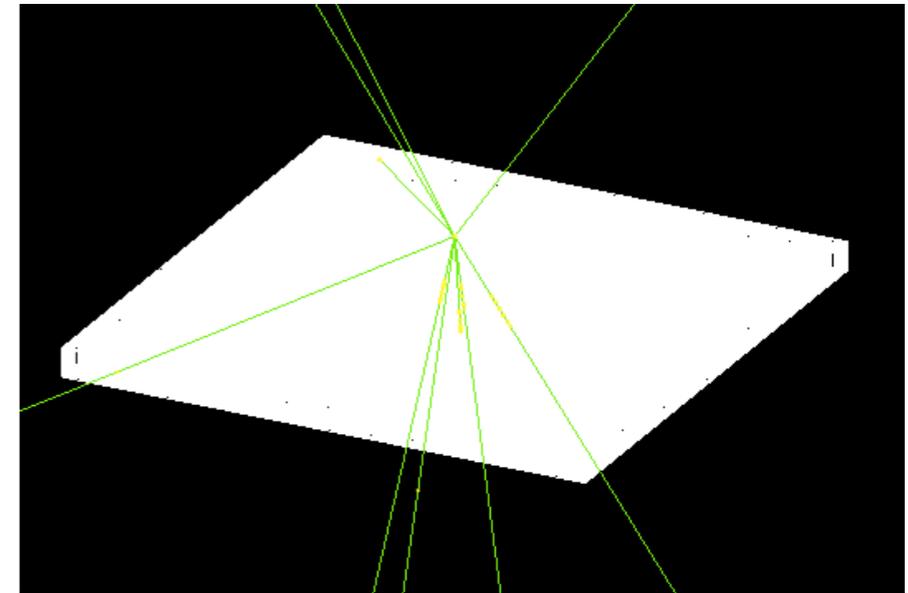


SOI Pixel検出器の模式図

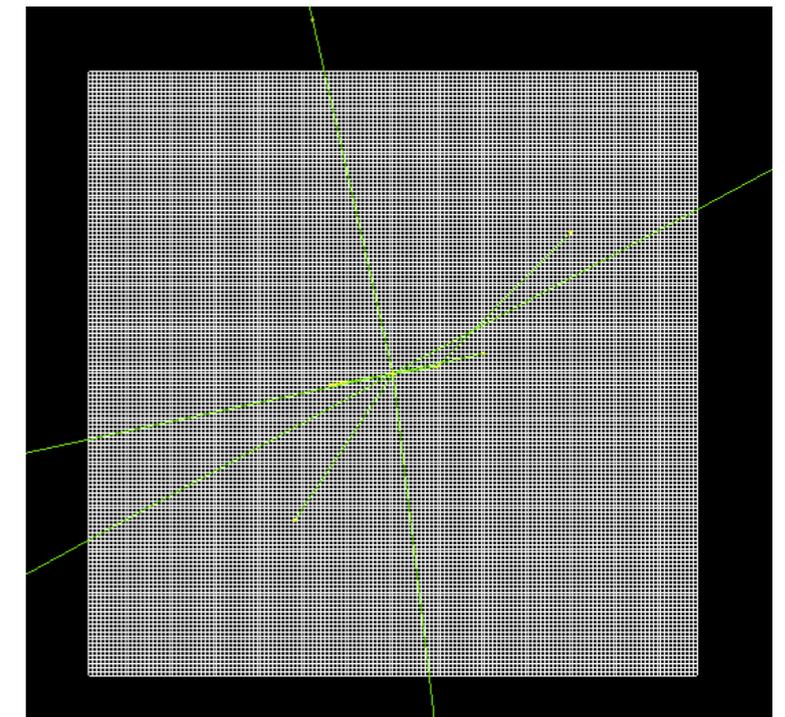
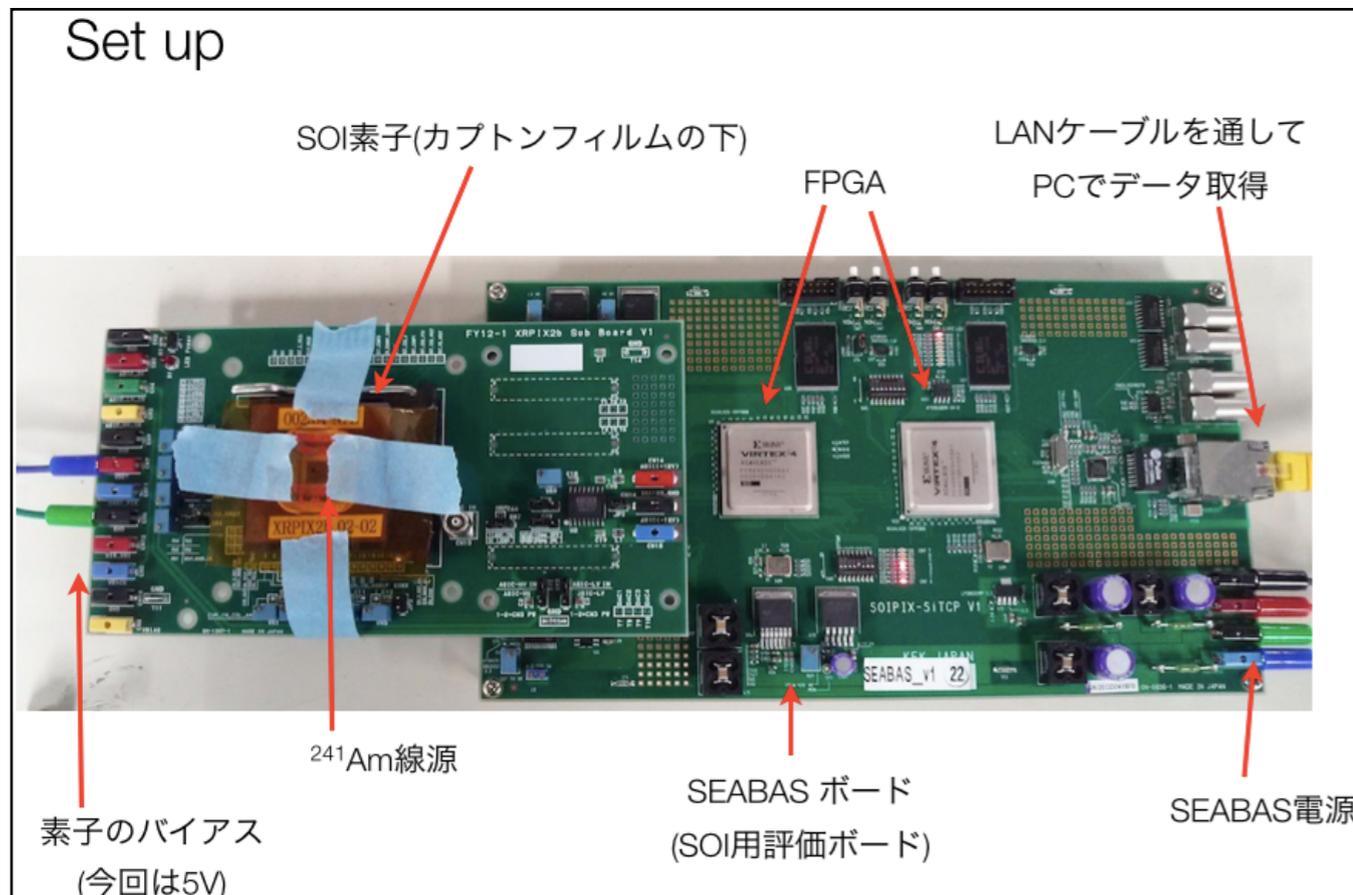


今回の研究

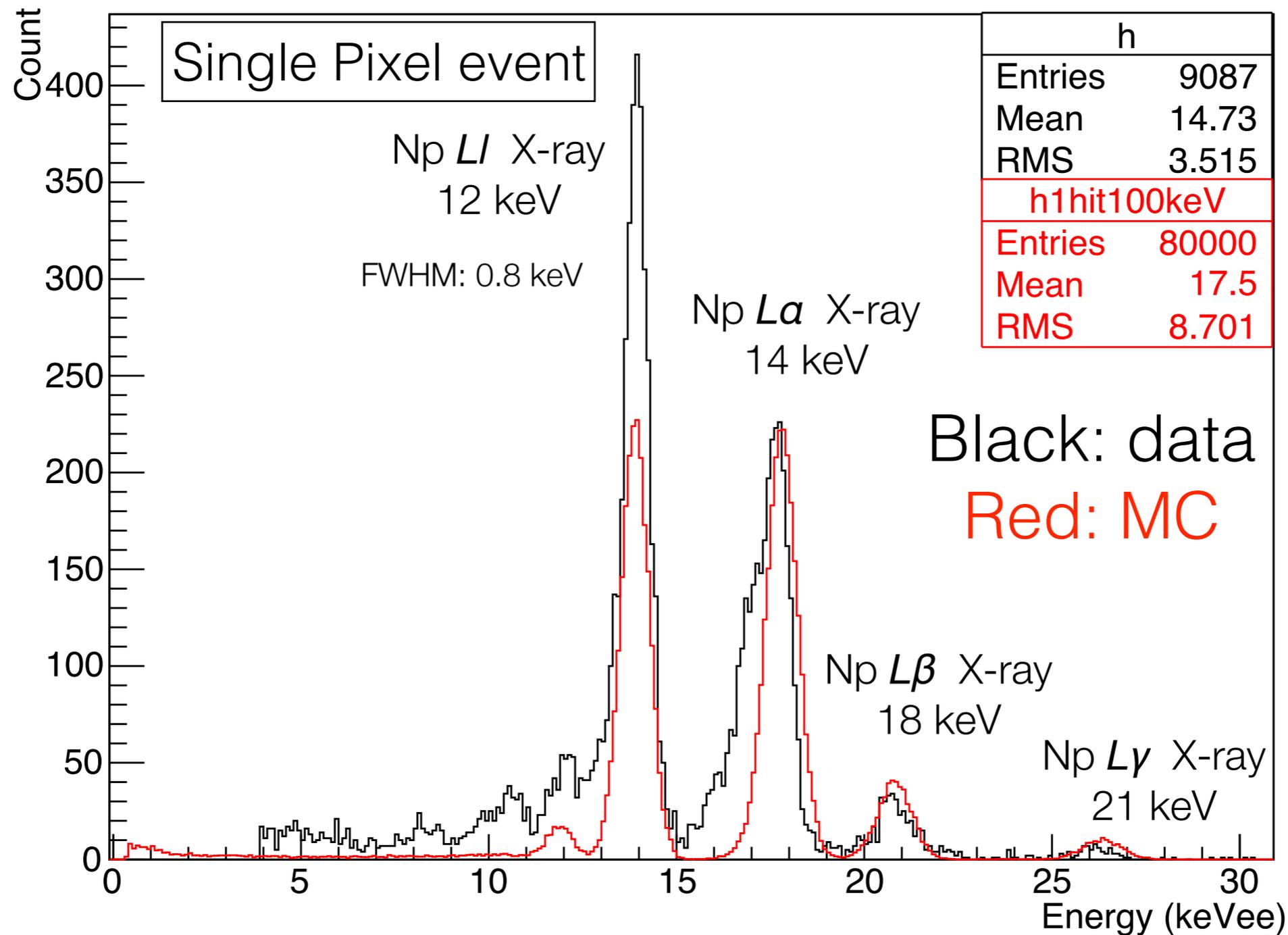
- CCDと同じフレーム読み出しで線源データを取得(常温)
- モンテカルロ(MC)を作成した
- 粒子の飛跡を確認した



MCでX線を発生させているところ



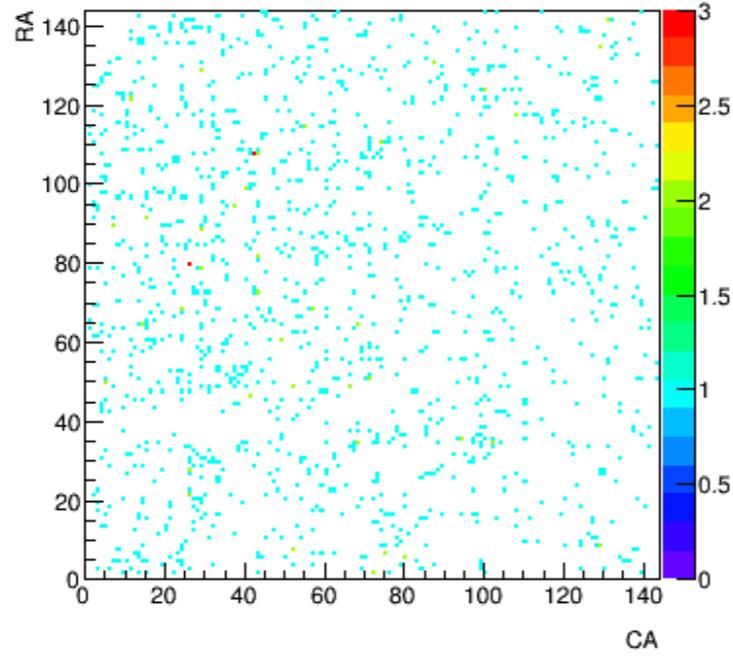
241Amの結果



- X線はひとつのピクセルでエネルギーを落とす場合が多いのでsingle pixel event同士を比較した
- 12 keVと14 keVの比が合わない -> 今後MCのチューニングを行う

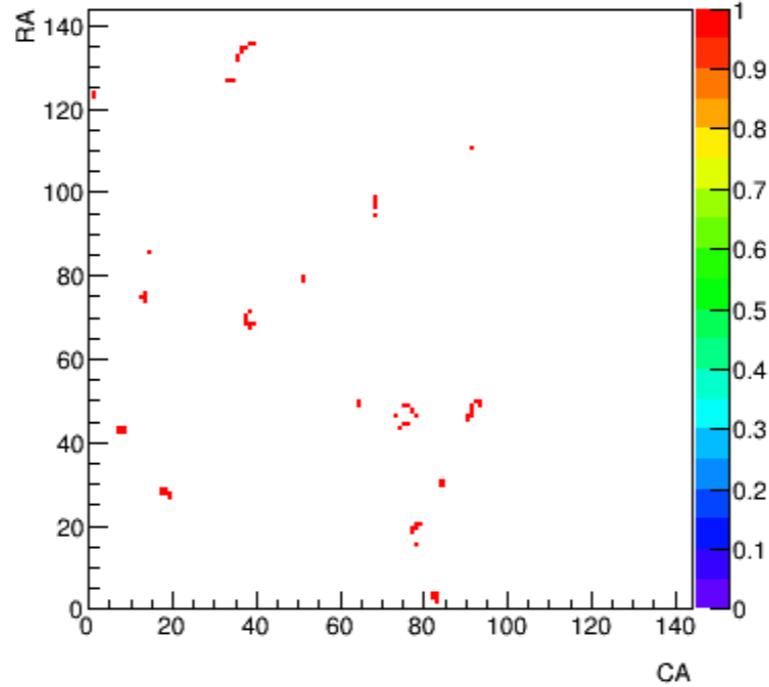
粒子の飛跡

data



^{241}Am (X線)

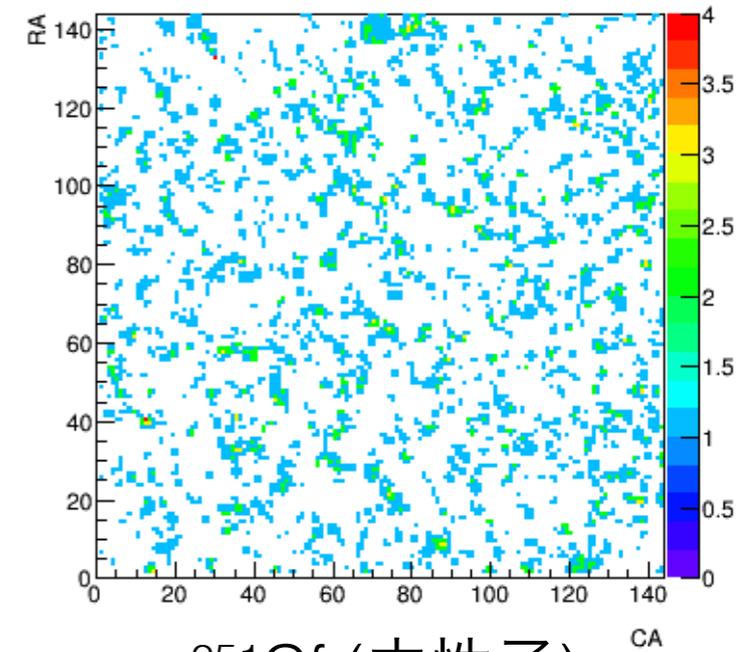
single pixelが中心



^{137}Cs (コンプトン電子)

ぶつかって曲がる

X-Ray Counts Map



^{251}Cf (中性子)

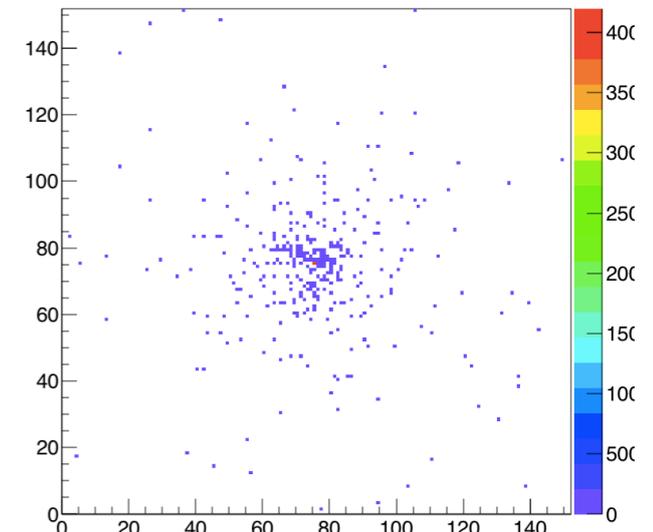
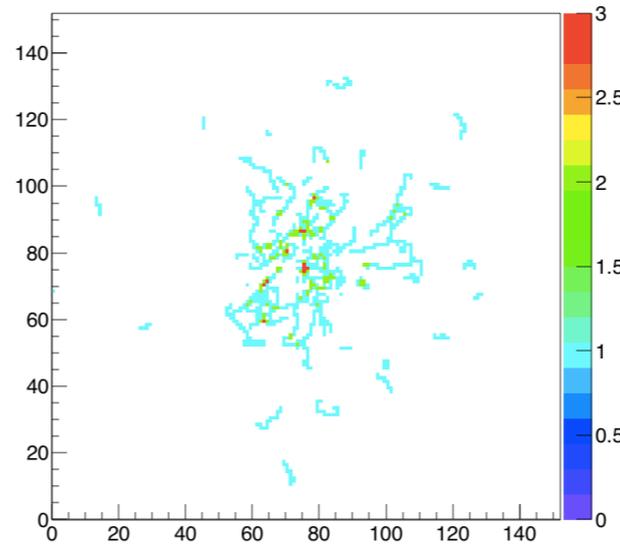
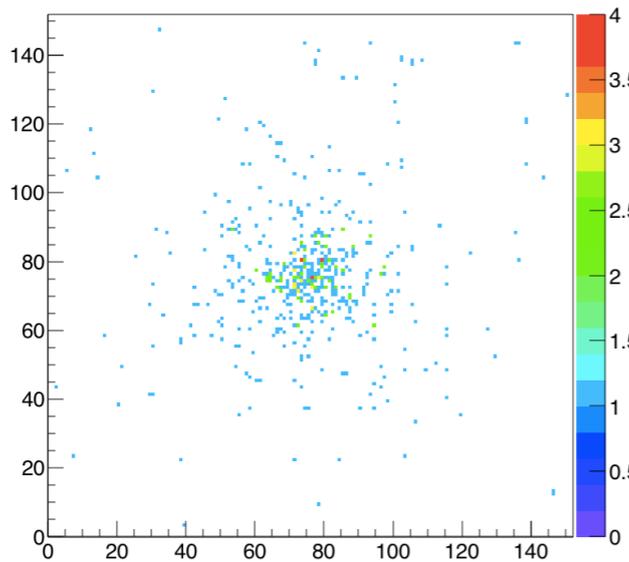
X線と同様に点状の飛跡

X線よりも拡散する

MCには拡散が入っていない

MC

(発生位置は
もっと広くなる)



まとめ

- SOI Pixel検出器を用いた低質量DM探索実験を立ち上げた
- 線源によるデータを取得した
- MCの作成を開始した

今後の計画

- 以下の原理実証を行う
 - 低温化、低閾値化
 - イベント駆動読み出し、反同時計数
 - 軌跡による粒子識別
- BG（部品由来など）の評価