



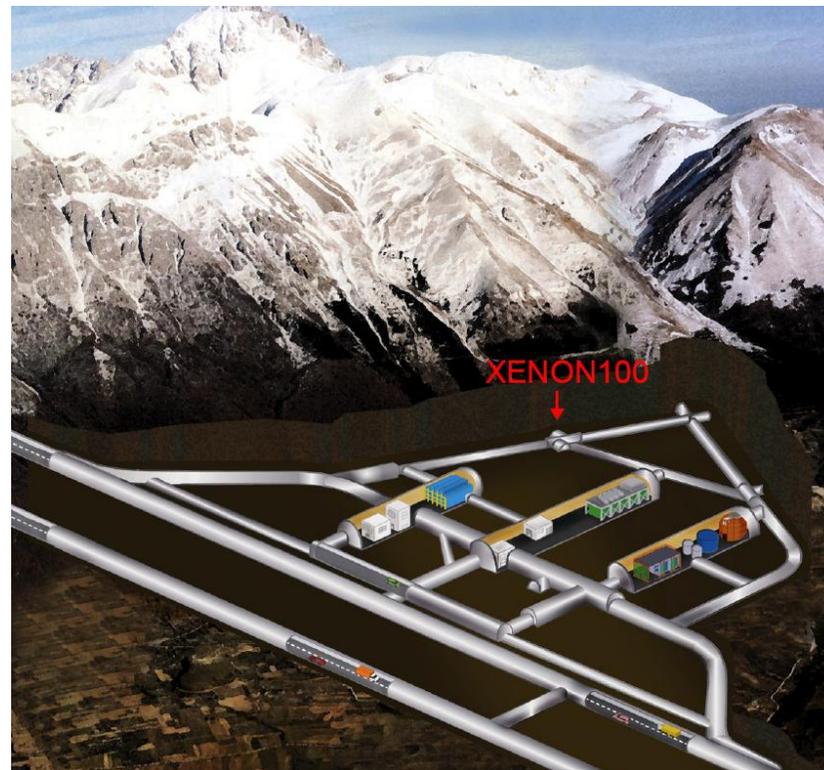
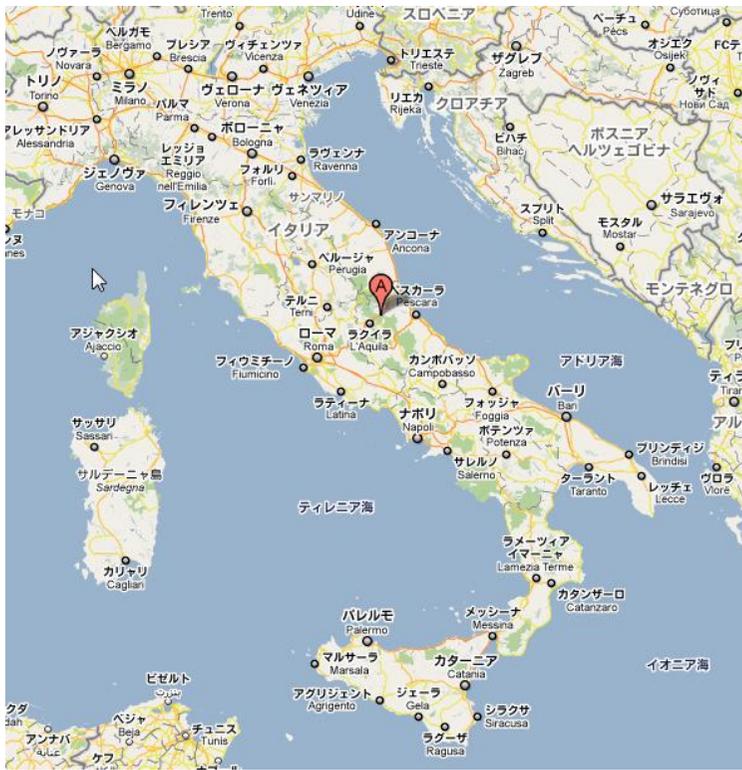
First Dark Matter Results from the XENON100 Experiment

Itagaki Kennosuke

June 17th

XENON100

- Xenon を用いたDark matter 直接探索実験
- Laboratori Nazionali del Gran Sasso(LNGS), Italy



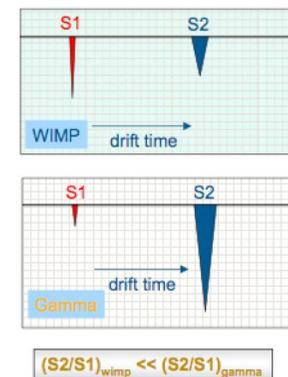


暗黒物質探索

- 様々な観測から光では観測できないが重力を感じる物質の存在が示唆
- 予測される暗黒物質の性質
 - 電荷を持たない
 - 冷たい(非相対論的速度)
 - 安定している
- Weakly Interacting Massive Particles(WIMPs)が候補
- WIMPsがターゲット原子核を散乱する際に落とすエネルギーを測定することでWIMPsを検出する

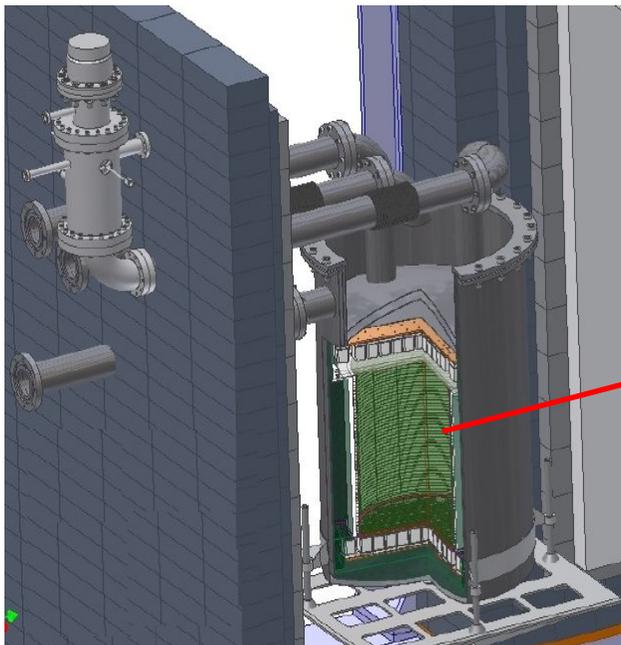
XENON100 detector 概要

- 3D position-sensitive dual-phase(liquid-gas) TPC
- WIMPsと原子核の反応時に発生する直接蛍光(S1)
- 電離電子を液体層から気体層へ出し、加速させて発生する比例蛍光(S2)を測定
- 3次元の位置情報
→ fiducial volume(background が劇的に少ない範囲)
でのイベントの保障
- Nuclear recoil と electronic recoil のイオン化密度の違いにより、S2/S1 に違いが出る → 分離可能

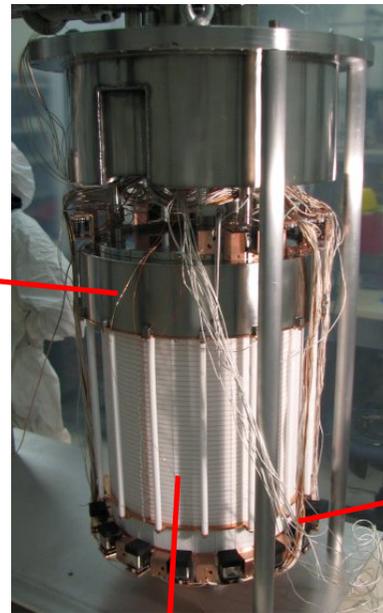


XENON100 detector

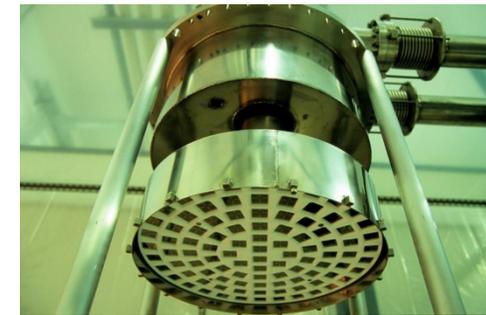
- 161 Kg の液体キセノン
 - PTFE(side), PMT array(bottom), stainless steel diving bell(top) で二つに分割: 外~100 kg, 内~60 kg
 - TPC: 直径30.5 cm, 高さ30.6 cm
 - PTFE: UV reflector



Bell



PTFE



top PMT array



Bottom PMT array

XENON100 detector

- 電場を作るメッシュ

- Drift

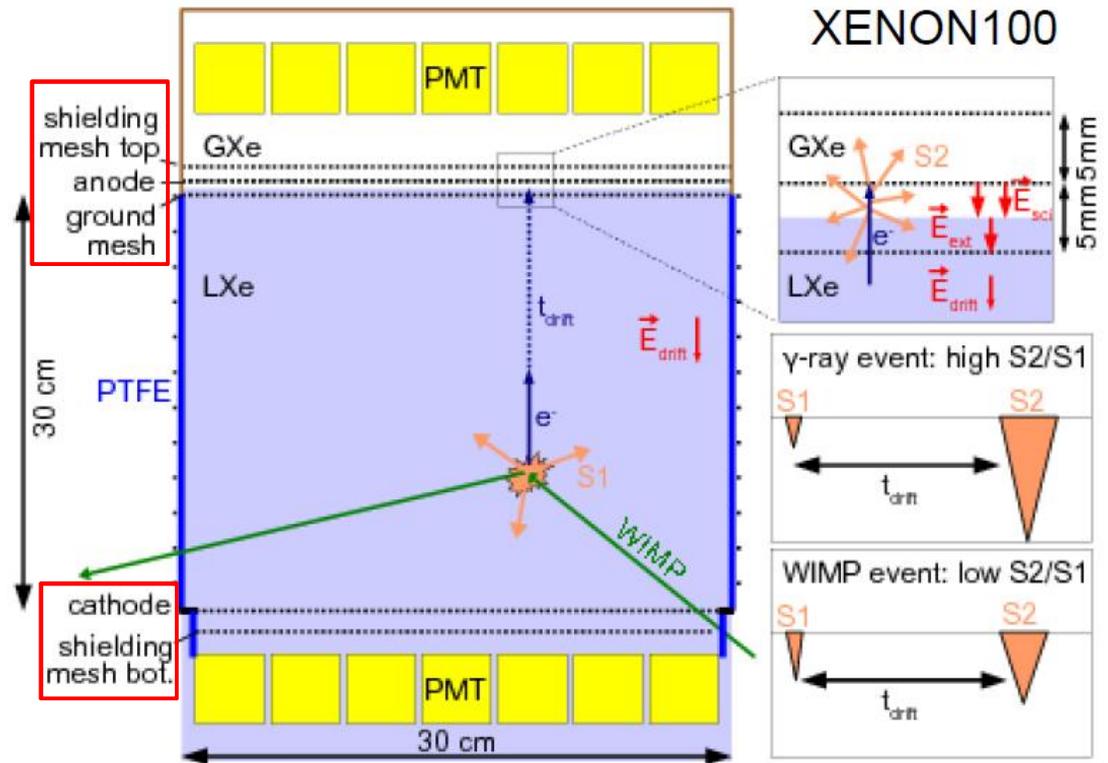
- 530 V/cm

- Extract

- 5 kV/cm between ground and anode

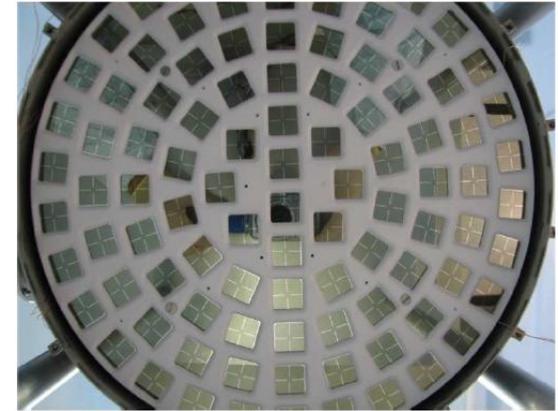
- Accelerate

- 10 kV/cm

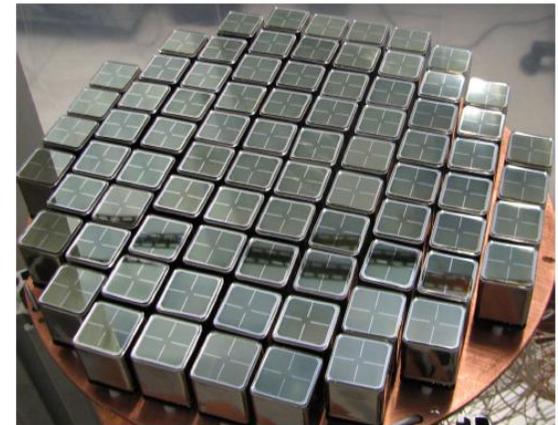


XENON100 detector

- Top array (detect S2)
 - 98 tubes
 - QE ~ 23% at 178 nm(キセノンシンチレーション光の波長)
 - 使う数を減らしつつ、XY position resolution を良くするため、円形に配置
- Bottom array (detect S1)
 - 80 tubes
 - QE ~ 33% at 178 nm
 - 光の収集効率を最大にするため、格子状に配置
- S1とS2の検出時間からz方向の情報が得られる(分解能<2 mm)



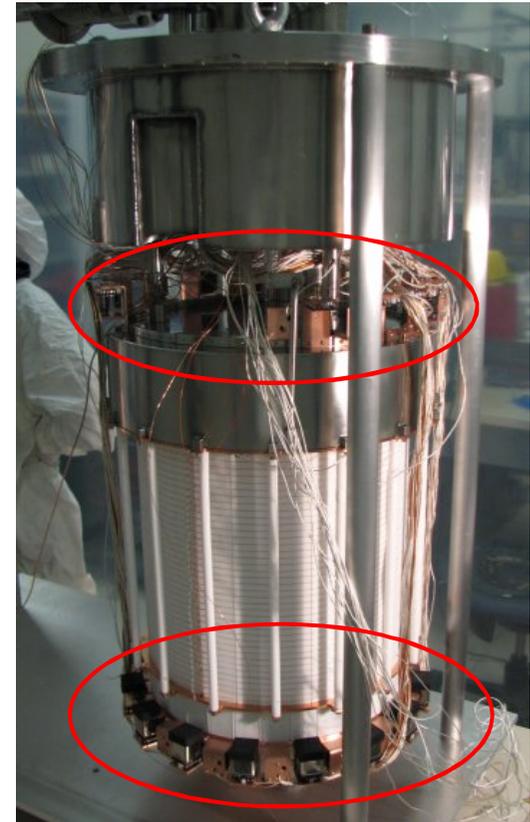
top PMT array



Bottom PMT array

XENON100 detector

- 外側のLXe → active veto
 - 上下に32個ずつのPMTs
 - 内側向きと下向き(上向き)が交互
- DAQ
 - 100MS/s でdigitize, 40 MHz bandwidth
 - 中央84個の信号を足してトリガーを得る
 - 1 MHz low pass filter
 - S2はガスで増幅されるので、低エネルギーではこちらをトリガーにする
 - Efficiency >99% above 300 photoelectrons





Background

- WIMPと核子の弾性散乱はイベント頻度が稀
- 反跳核のエネルギーが10keV 程度と小さい
→ バックグラウンドを極力落とす
- γ 線による反跳電子、中性子による反跳核がバックグラウンドとなる

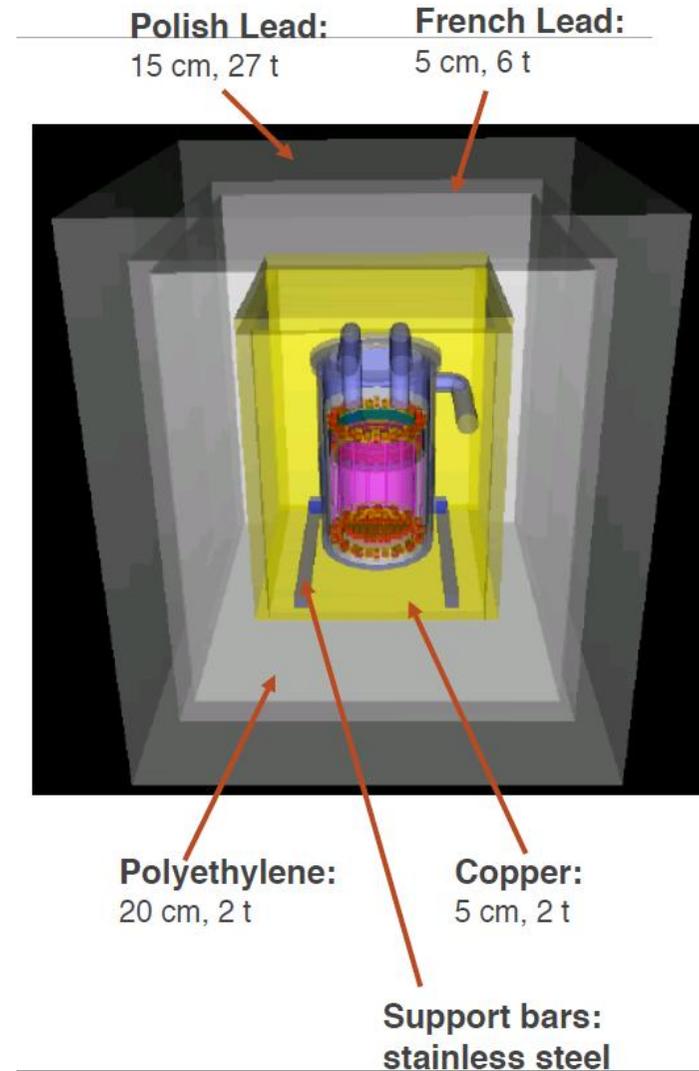
Background

外部からのbackground

- LNGS → 3600 mwe
 - Muon : reduced by a factor 10^6
- Lead : γ 線
- Polyethylene : 中性子
- Copper : γ 線
- 水 : 中性子

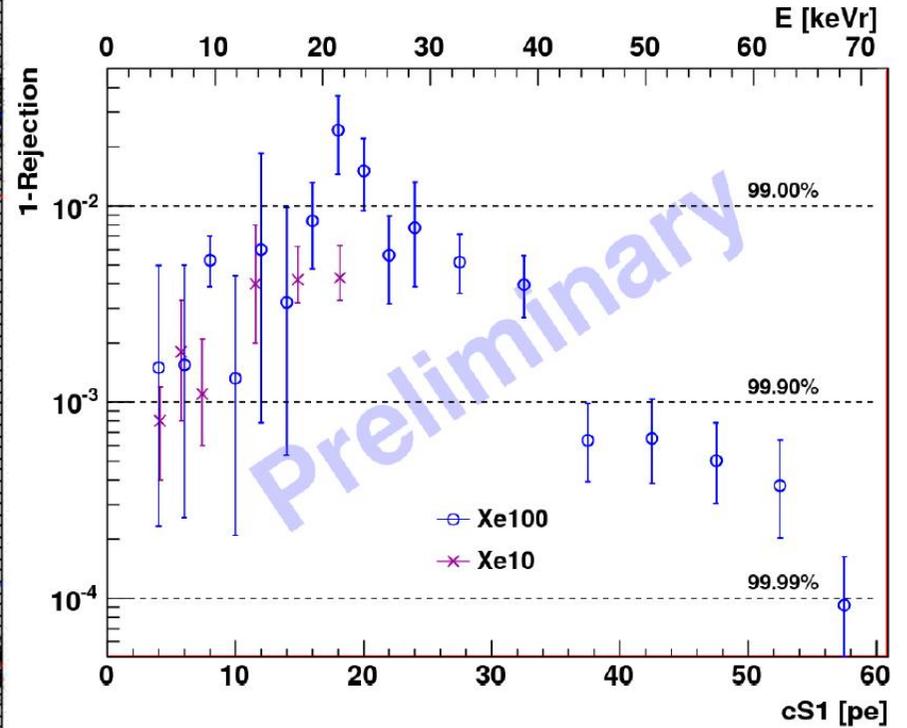
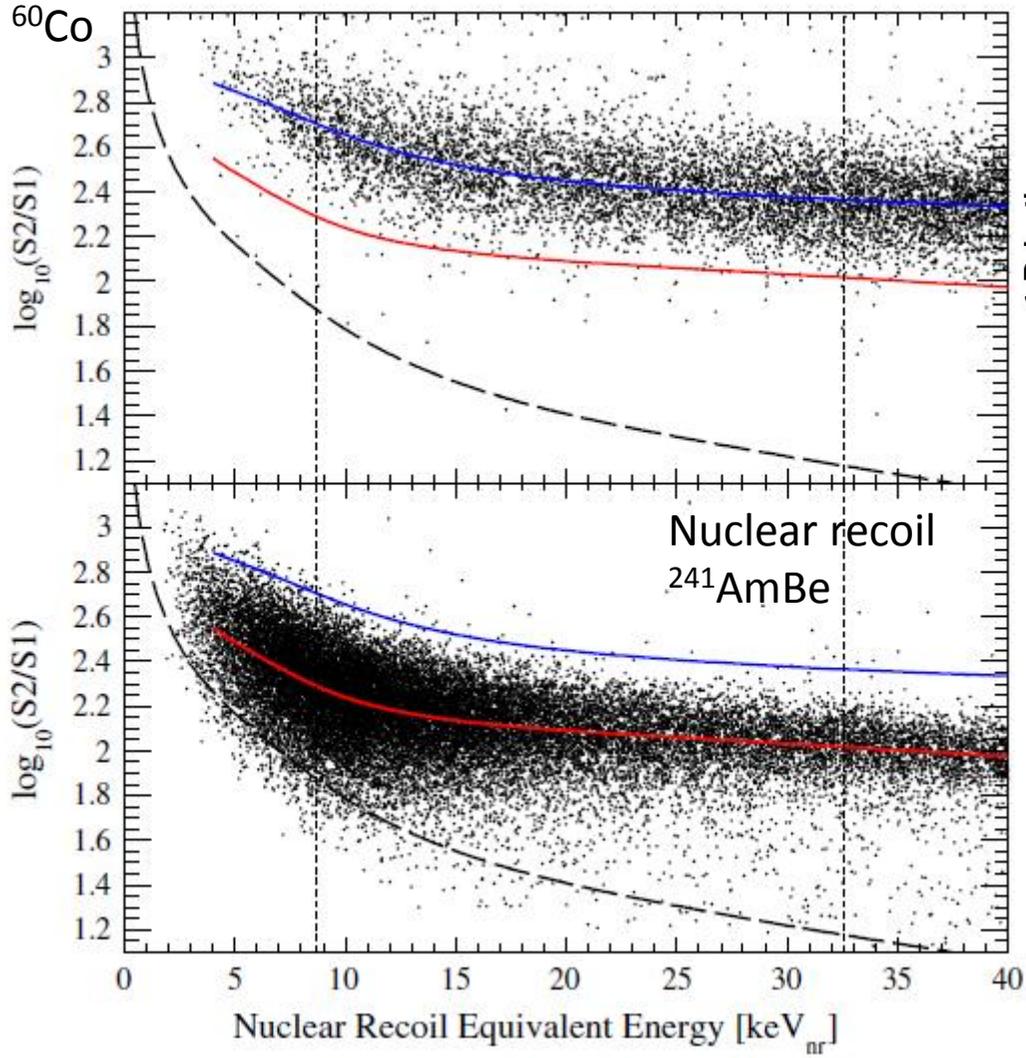
ガス

- 蒸留して ^{85}Kr をreduce



Background rejection

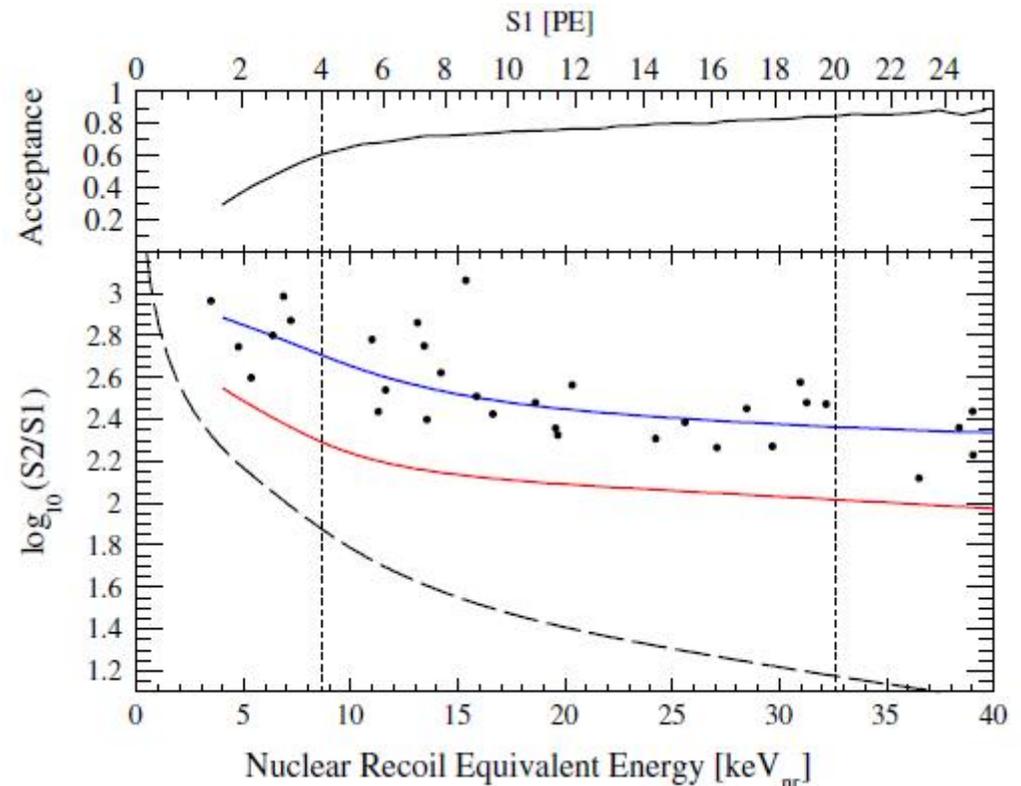
Electronic recoil



analysis

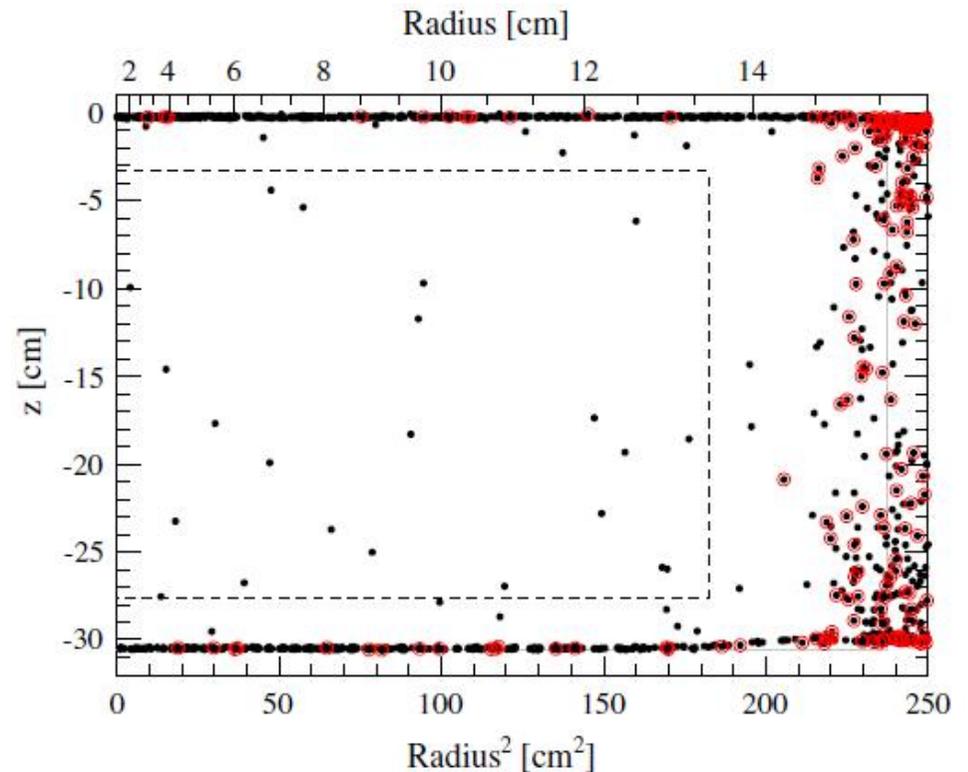
- 11.17 live days of background data from Oct.-Nov. 2009.
- Non-blind analysis: cuts were optimized based on calibration data only.

- Energy window に22events
- Signal acceptance region には0



analysis

- 11.17day で 8.7-32.6 KeV_{nr} に得られた
 - 黒点: all events
 - 赤円: 赤線以下
- Fiducial volume 内に赤線以下のイベントはない
- GEANT4 Monte Carlo simulation とよく一致



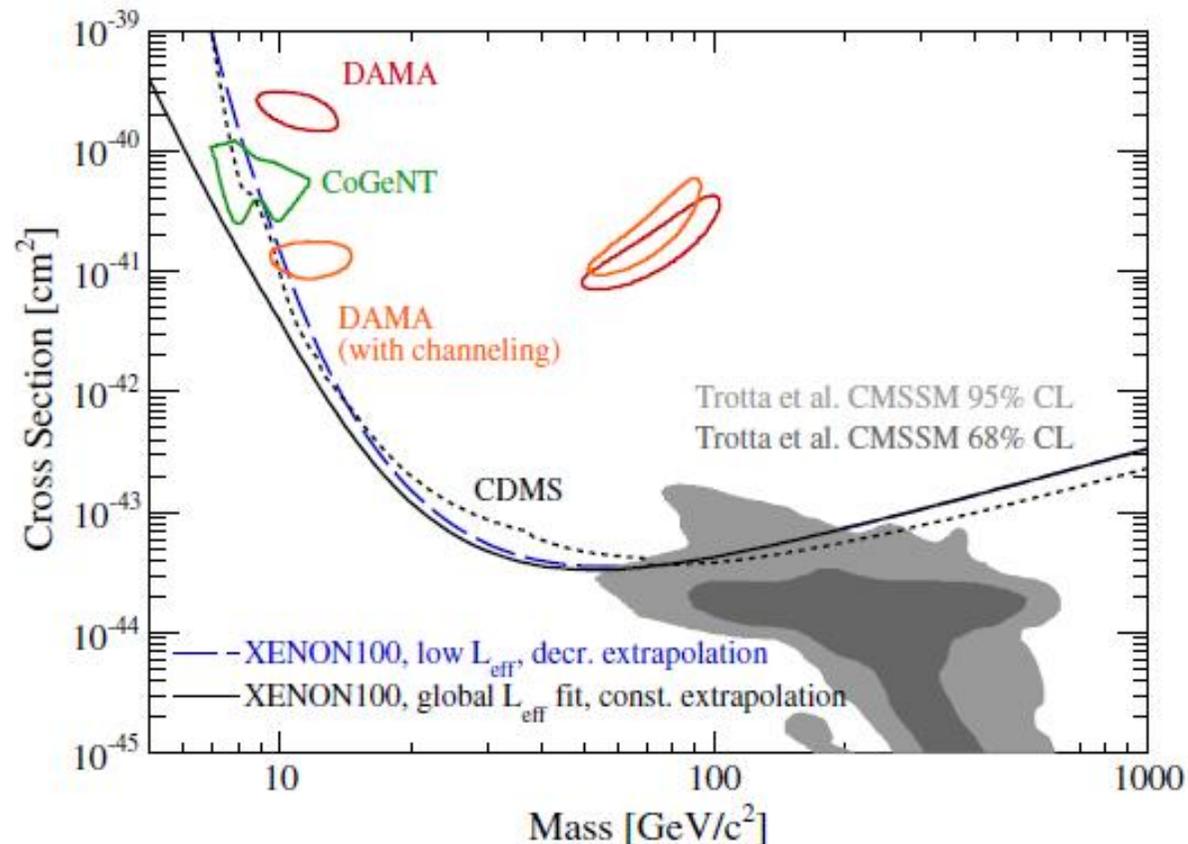


WIMP-nucleon elastic scattering cross section

- $V_0=220$ km/s, $\rho=0.3$ GeV/cc, escape velocity=544 km/s
- S1 resolution dominated by Poisson fluctuations
- global fit
- 100 GeV/c² WIMPの spectrumでweightをかけた acceptance-corrected exposure = 172 kg·days

WIMP-nucleon elastic scattering cross section

- CoGeNT, DAMA の結果 → 抑制
- これらの結果は11.17 live days のデータで、低いbackground のデモンストレーション





Back up

暗黒物質の存在

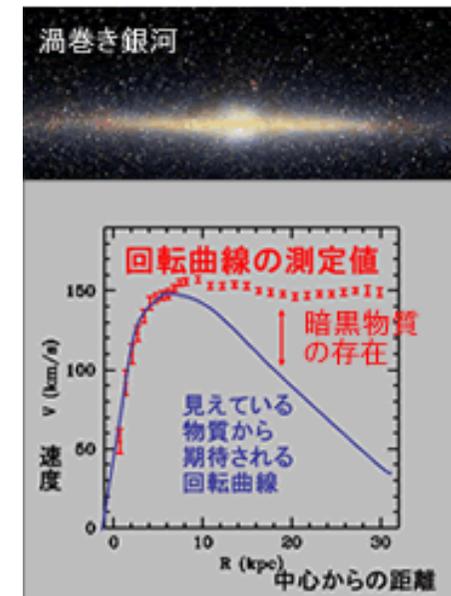
- 銀河の回転曲線の観測から暗黒物質の存在が予言される
 - 回転曲線: 銀河中心からの半径に対して各位置での回転速度の大きさをプロットした曲線

$$V^2 = \frac{M(R)}{R} G$$

G: 重力定数, M: 半径R内の全質量

→ 測定値と予測にずれ

→ 暗黒物質



background

