

2020.9.8 ダークマターの懇談会2020 online

XENON1T関連論文 動向調査

広島 渚 (富山大学、RIKEN iTHEMS DMWG)

Caution:

講演者自身によるarXivサーベイに基づく
(biasedな) XENON1T最新結果についての
関連理論論文の動向まとめ、です。

理論の詳細には言及しません。

手作業のため、見落とし等もご容赦ください。

1. 分類

XENON1T論文中での提案：

- トリチウム (標準理論bkg)
- 太陽アクシオン(not DM)
- ニュートリノ磁気モーメント
- axion-like particle or dark photon DM

関連論文での提案：

- トリチウム (標準理論bkg)
→ テスト方法
- 太陽アクシオン(not DM)
→ 具体的モデル・テスト方法
- ニュートリノ磁気モーメント
→ 具体的モデル・テスト方法
- axion-like particle or dark photon DM
→ 具体的モデル・テスト方法
- boosted DM
- inelastic scattering by DM

boosted or inelastic DM :

太陽系近傍のDM密度・速度分布そのままでは
DM解釈は少々厳しい

- boosted DM

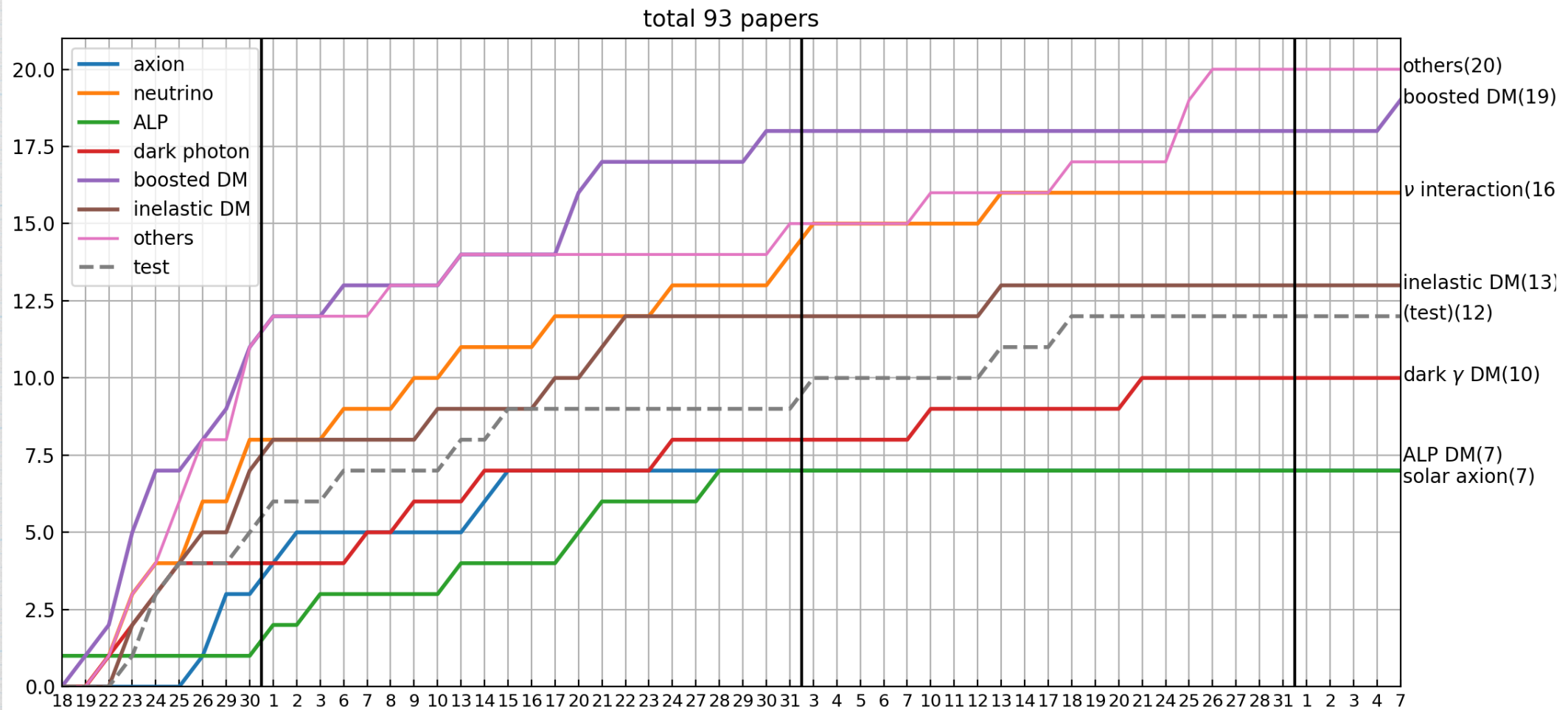
→ なんらかの方法で速度の大きなDM成分をつくる
e.g. 宇宙線による加速、2成分DM崩壊,
semi-annihilation,

- inelastic DM

→ 非弾性散乱によってkeV signalを実現する
e.g. 散乱でDMを励起させ遷移で光子生成

時系列:

6/18 arXiv XNON1T report (arXiv 2006.09721)



accepted paper

Di Luzio+	2006.12487	astrophysical constraints
Gao+	2006.14598	inverse Primakoff effect
Dent+	2006.15118	inverse Primakoff effect
Miranda+	2007.01765	consistency of the ν scenario to Borexino results

2. 傾向

大まかな分類：

理論論文

- A. XENON1Tの結果を説明/フィットするパラメータに対してそれぞれのモデル詳細を提供するもの

- B. 他の観測との整合などを検証するもの

実験（？）論文

- C. 新しい観測・検証実験の提案など

C. 提案論文の例:

other possible background

- 2006.16172 (Bhattacharjee & Sengupta)

(1) 宇宙で励起された

Xe起源の ^{125}Sb

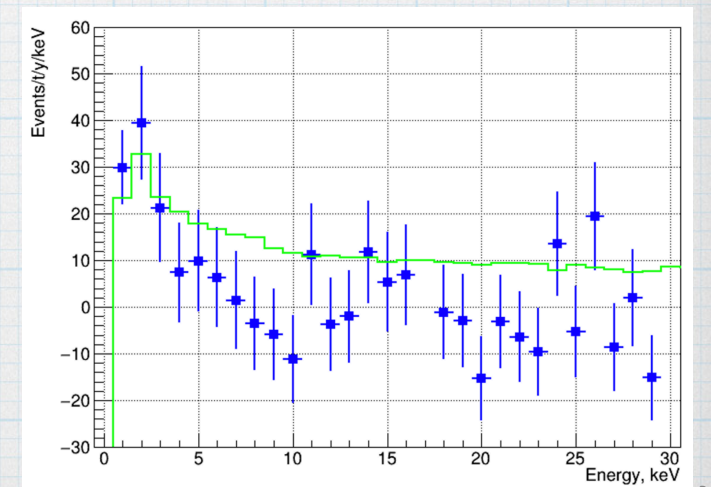
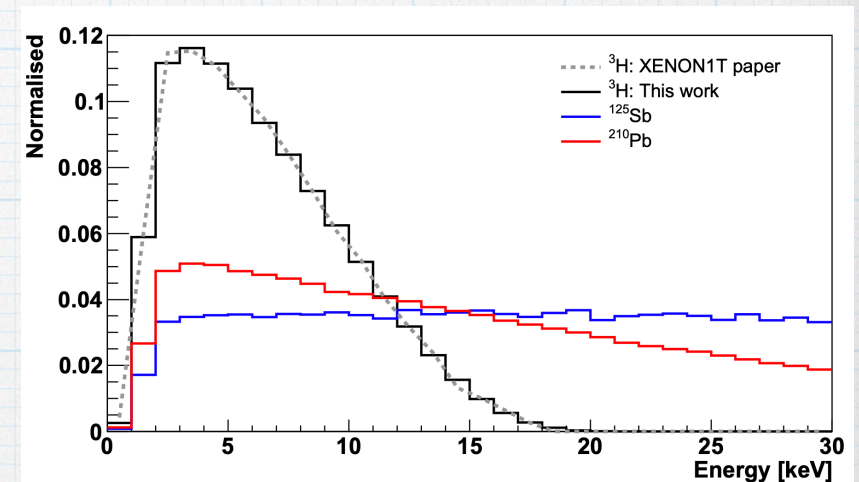
(2) $^{222}\text{Rn} \rightarrow ^{214}\text{Pb} \rightarrow ^{214}\text{Bi} \rightarrow ^{214}\text{Po}$

に起因する ^{210}Pb

- 2008.10414 (Shitov & Yakushev)

(1) ダスト中の ^{14}C

(2) tritium の閾値効果



理論論文の傾向：

- solar axionは 天体物理学からの制限の回避に工夫を要する場合あり
- ニュートリノについては
磁気モーメントに限らずnon-standard な相互作用を導入する多様なパターンが存在
- ニュートリノ解釈の場合も、天体物理学からの制限を回避するために工夫が必要

理論論文の傾向（続き）：

- ALP/dark photonについては
(XENON1T論文と異なり)DMに限らない事例あり
- DMをうたっているにもかかわらずフラックスや残存量について議論のない論文も存在
- 各モデルについて、別観測からの制限が議論されていない論文も一定の割合で存在

「まだ議論は始まったばかり」かもしれない

付録1. pick up paper

pick up :

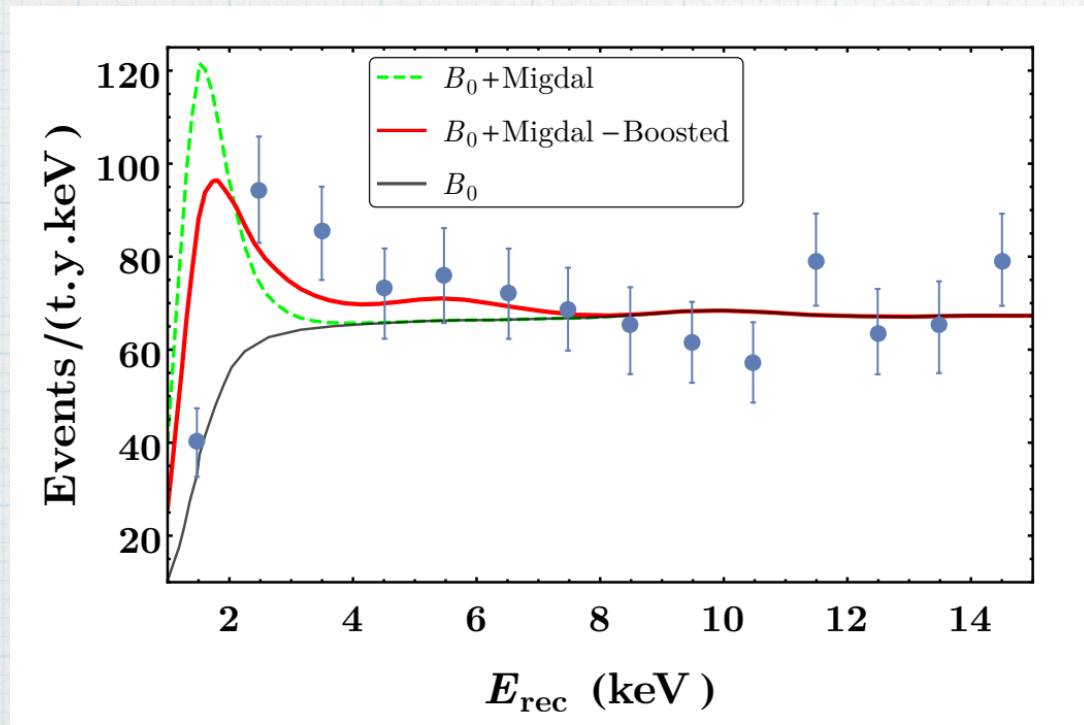
93本の中で個人的に気になった論文

2006.12529	Dey+	Migdal effect
2006.13278	Robinson	tritium
2006.15767	Coloma+	test source
2007.00650	Croon+	mass gap BH
2007.05517	Arthon+	global fit

Migdal effect

Dey et al., 2006.12529

DM + nucleus \rightarrow ionization & de-excitation



- 0.72-1.67 GeV DM
でフィット可能
- Vanilla DM
or boosted DM
- 閾値を下げた実験で
検証可能

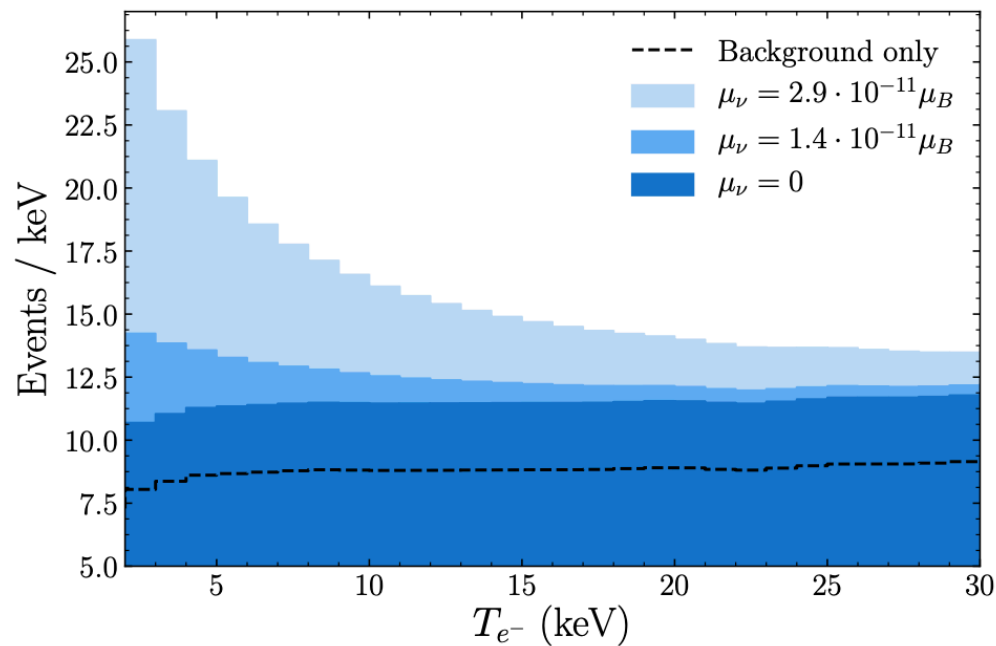
Tritium interpretation

Robinson, 2006.13278

- Zr を使った水素除去プロセスへの問題提起
 - Zrがpurification の際に飽和している可能性
- 別の方法でpurificationを行う必要がある？

ν test source:

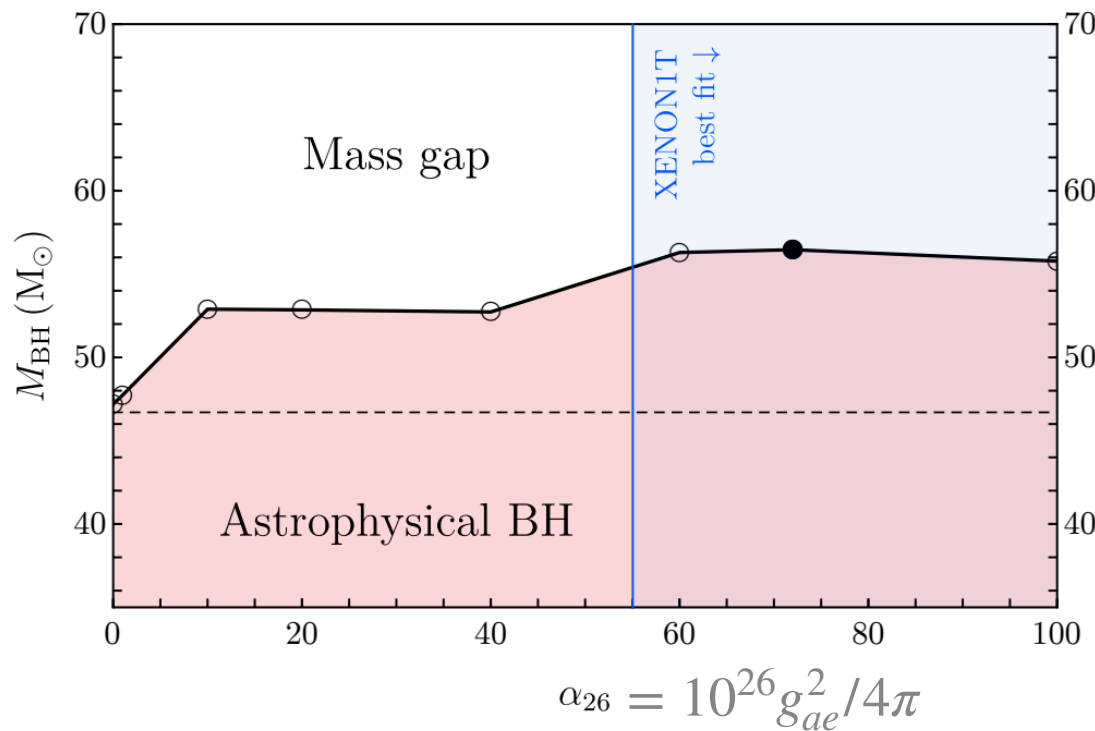
Coloma et al., 2006.15767



- 人工的なニュートリノ源を検出器付近に置く
- ^{51}Cr が使える (実績あり)
- スケーリングによってバックグラウンドを評価可能

mass gap BH

Croon et al., 2007.00650



- mass gap BH $\gtrsim 50M_{\odot}$
の重力波イベント検出
- アクシオン込みでの
星進化を計算
- He燃焼が短くなって
星の質量損失が減少、
重たいBHを実現可能

ALP global fit

Arthon et al., 2007.05517

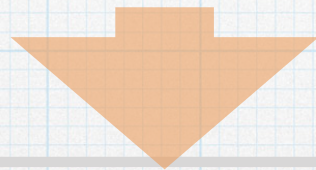
- 宇宙物理学的な観測結果とXENON1Tの結果を両方使ったBayesian global fit
- DM or solar ALPの場合を検証
- sub-dominant なDM ALPであれば全てのデータを説明することが一応可能
- ただし bkg onlyに対しての有意性は弱い

まとめ：

(広島主観) $E_R = 2 - 3 \text{ keV}$ の過剰成分について

決定的な解釈はまだなさそう。

モデルをつくることは十分可能。



色々な方法でテストしていくことが必要

- ・ 統計を増やす
- ・ 別の直接探査実験で対応するシグナルを探す
- ・ bkg(トリチウム+ α)寄与を検証する
- ・ 見落としている過程がないか検証する
- ・ 各モデルについて、独立な観測量を使って検証する

