

陽子恐怖症の 軽いvector粒子と相互作用する 暗黒物質の模型

北原鉄平(カールスル工科大)との
共同研究(1609.01605)に基づく

7 Sep. 2016 @ PPP

山本 康裕 (大阪大)

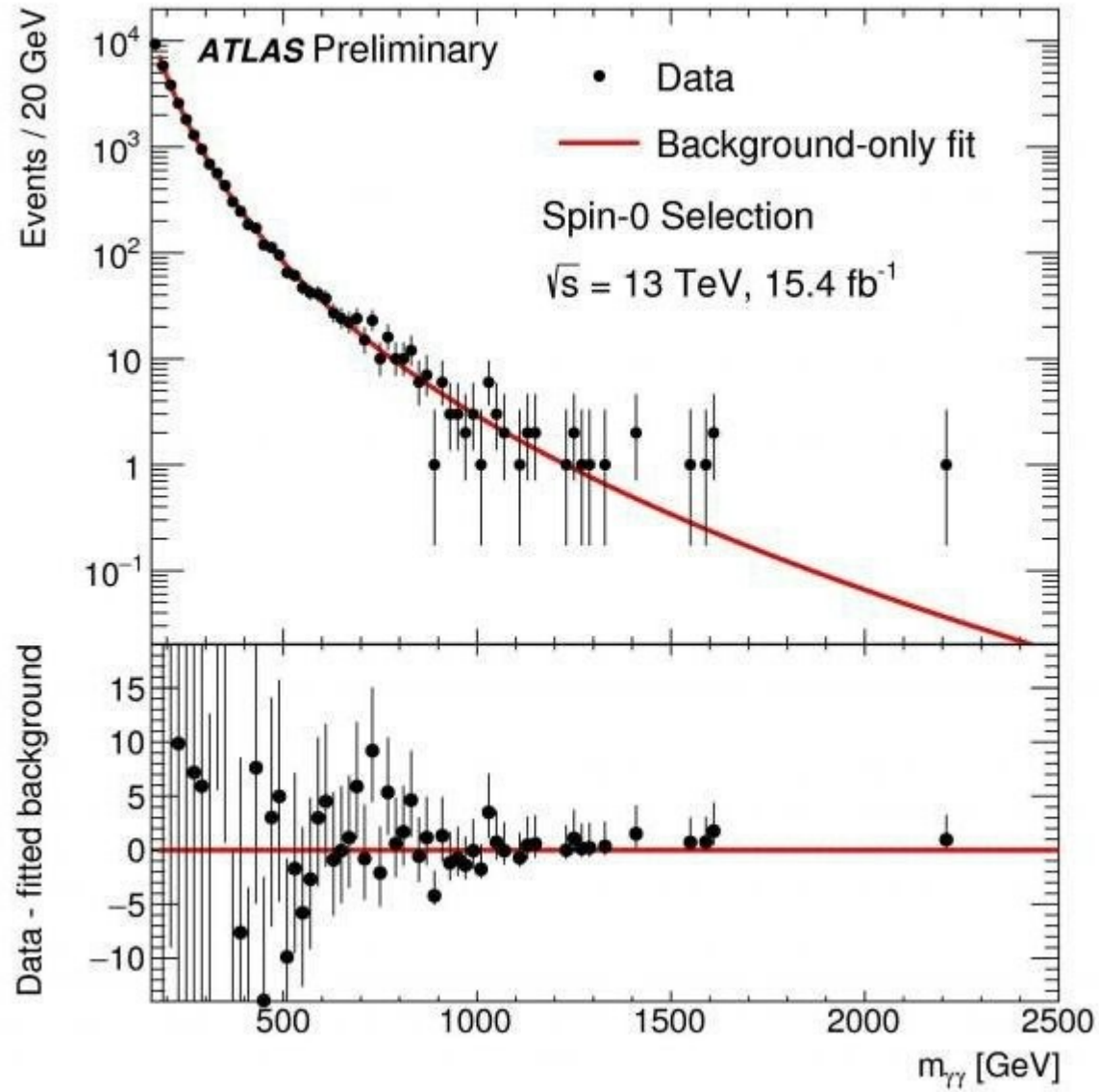
Protophobic light vectorと相互作用する 暗黒物質の模型

北原鉄平(カールスル工科大)との
共同研究(1609.01605)に基づく

7 Sep. 2016 @ PPP

山本 康裕 (大阪大)

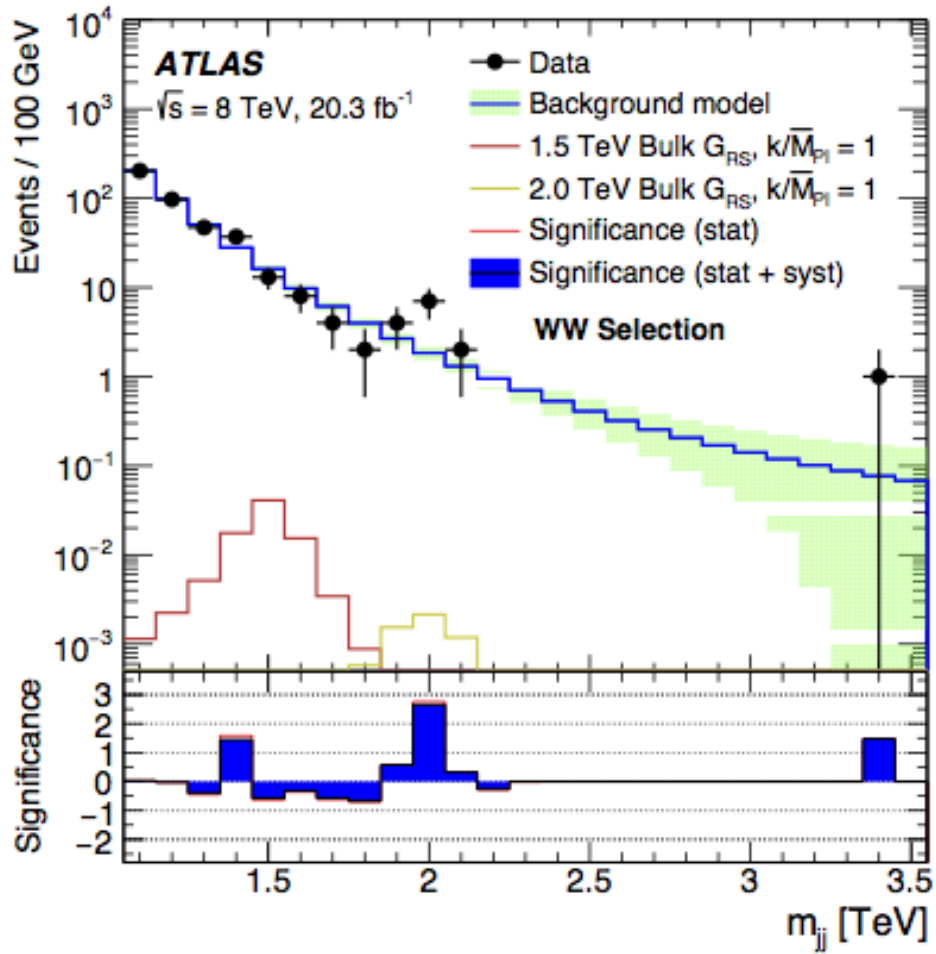
750GeVが消えました。



色々アイデアが出たのは良かった。

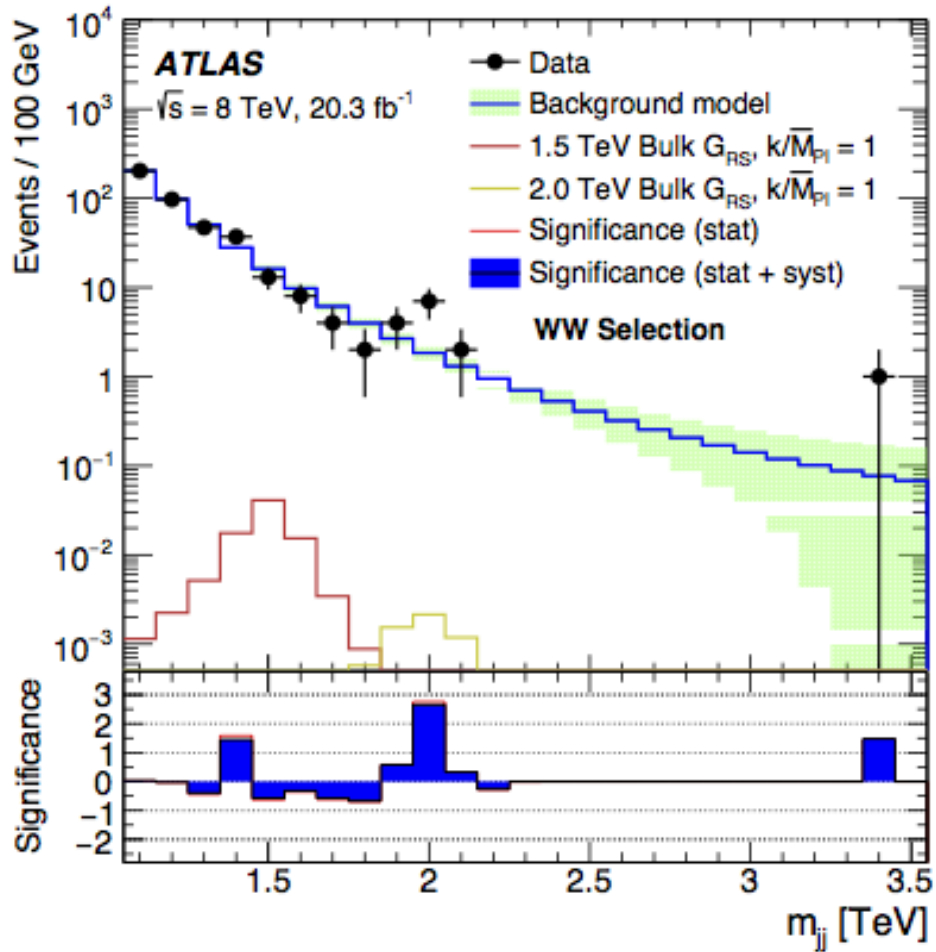
振り返れば、、、

Di boson

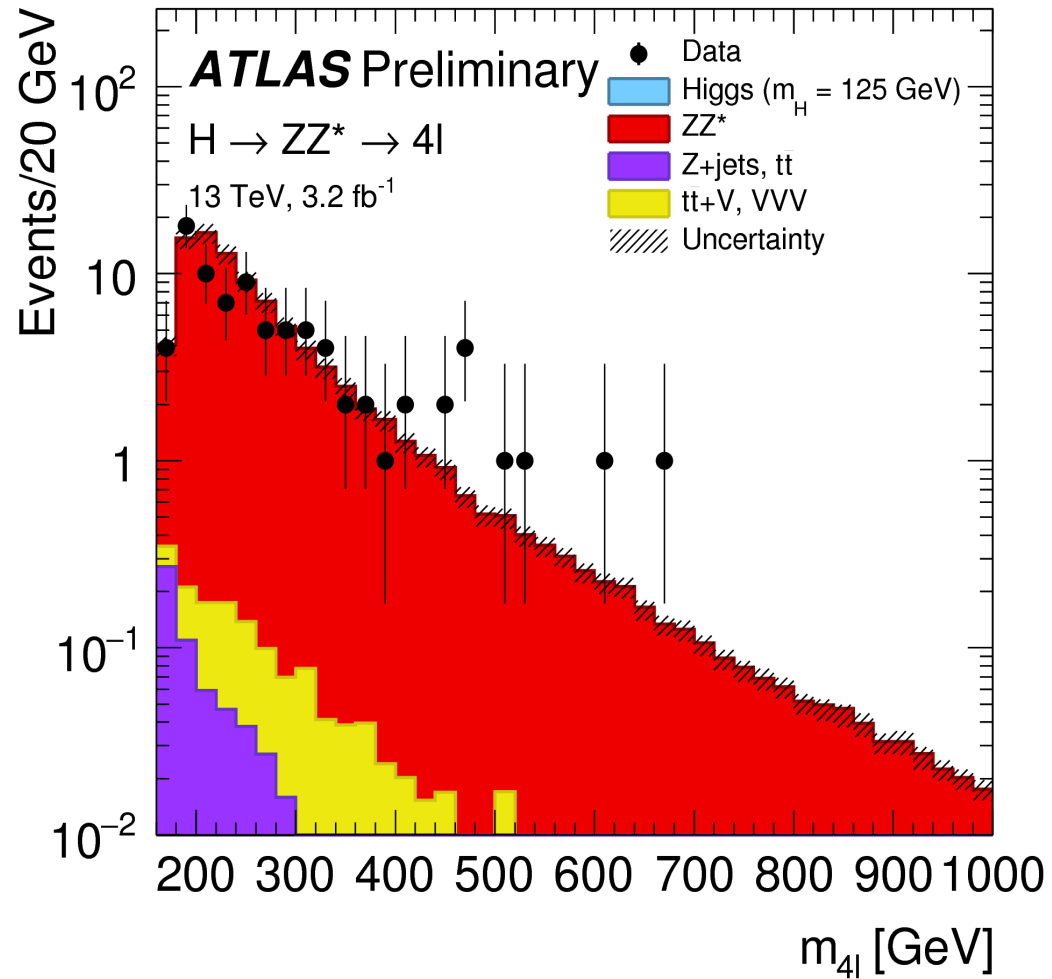


振り返れば、..

Di boson

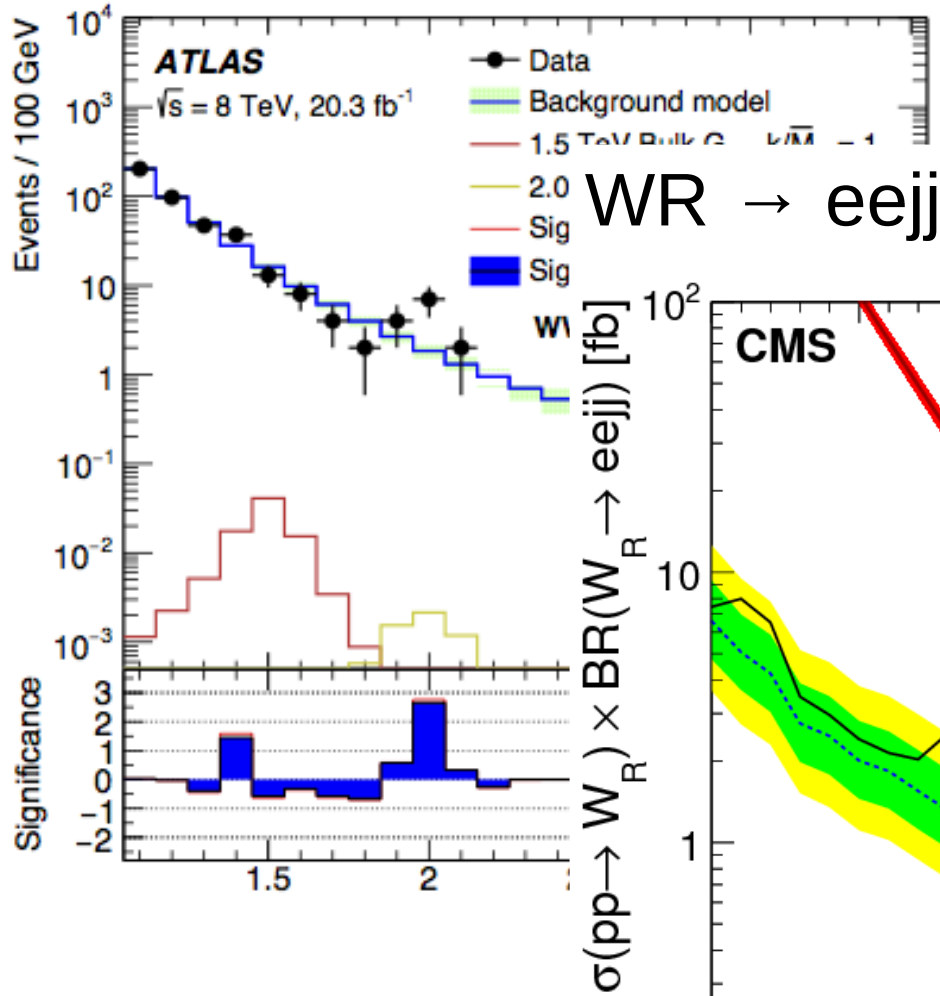


$H \rightarrow ZZ^* \rightarrow 4l$

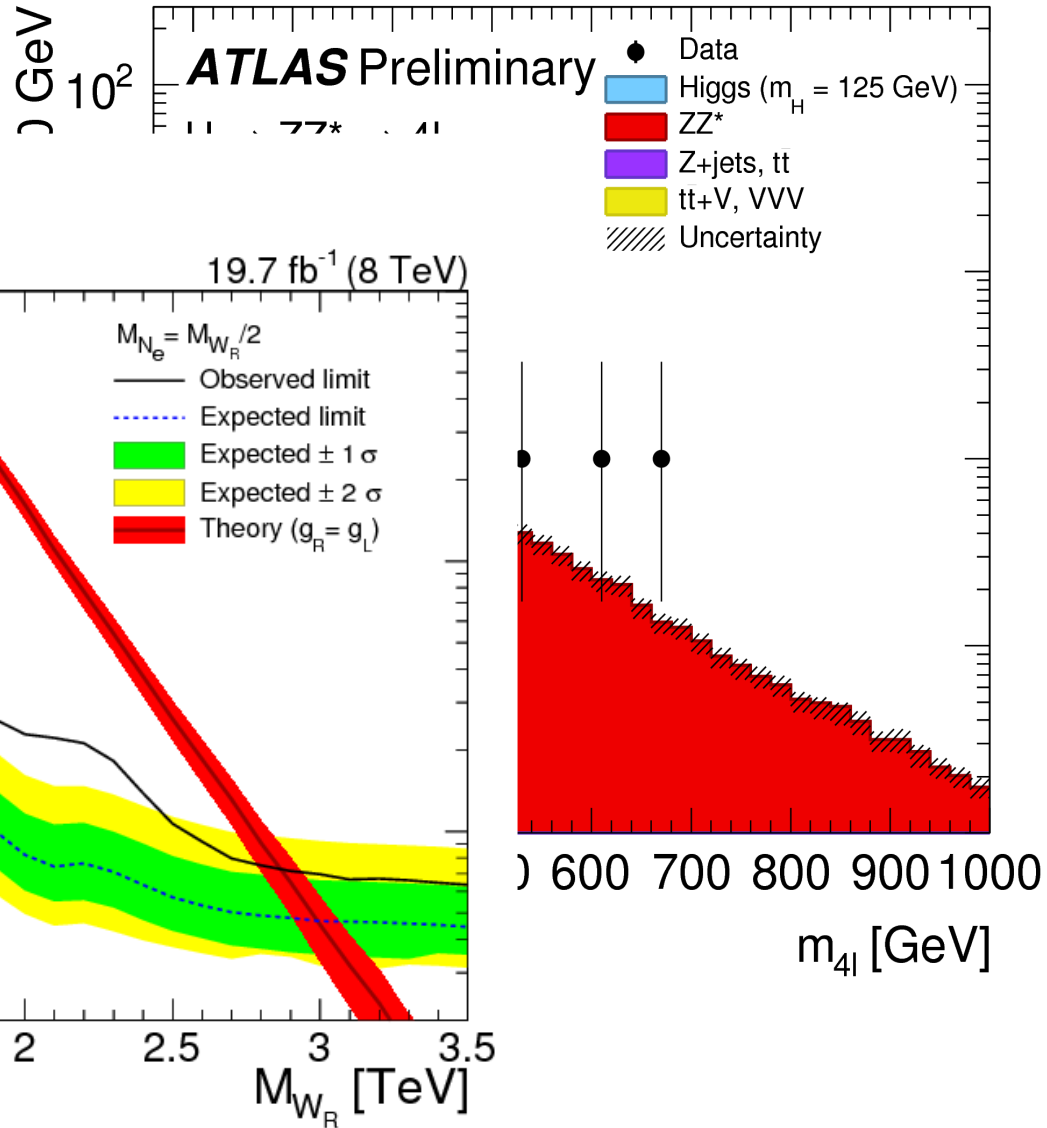


振り返れば、

Di boson

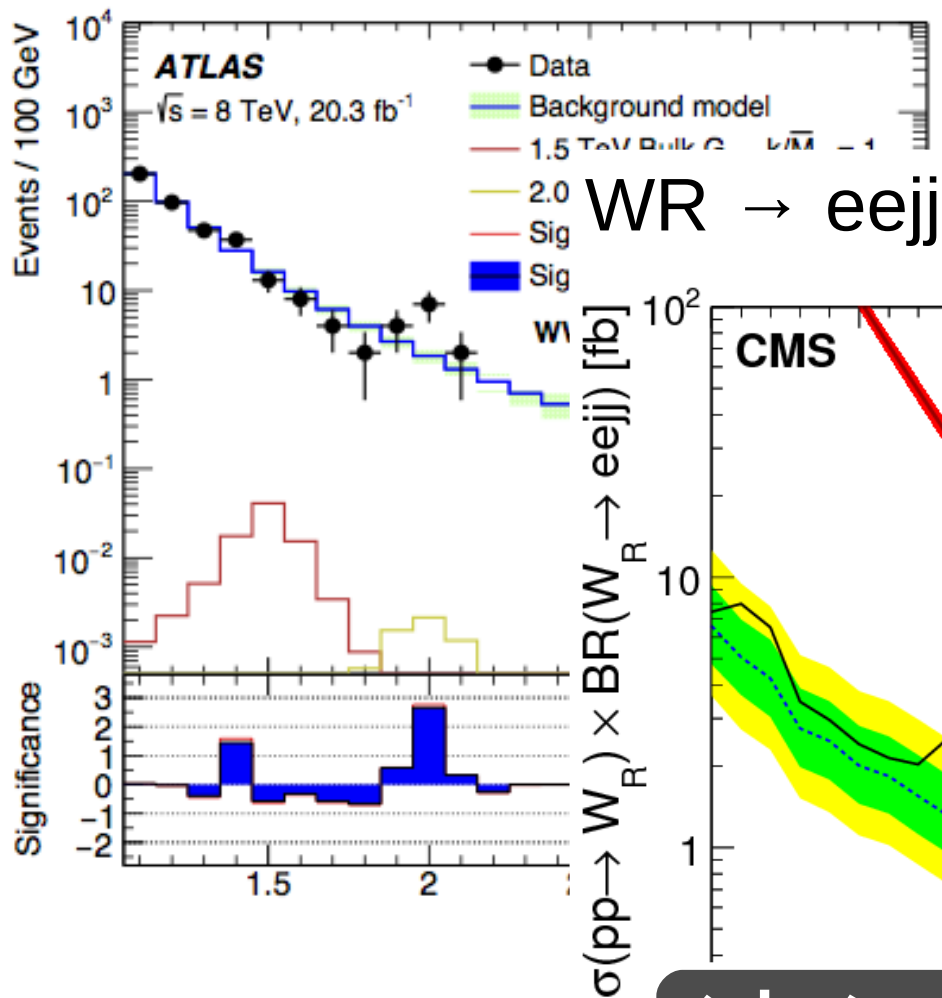


$H \rightarrow ZZ^* \rightarrow 4l$

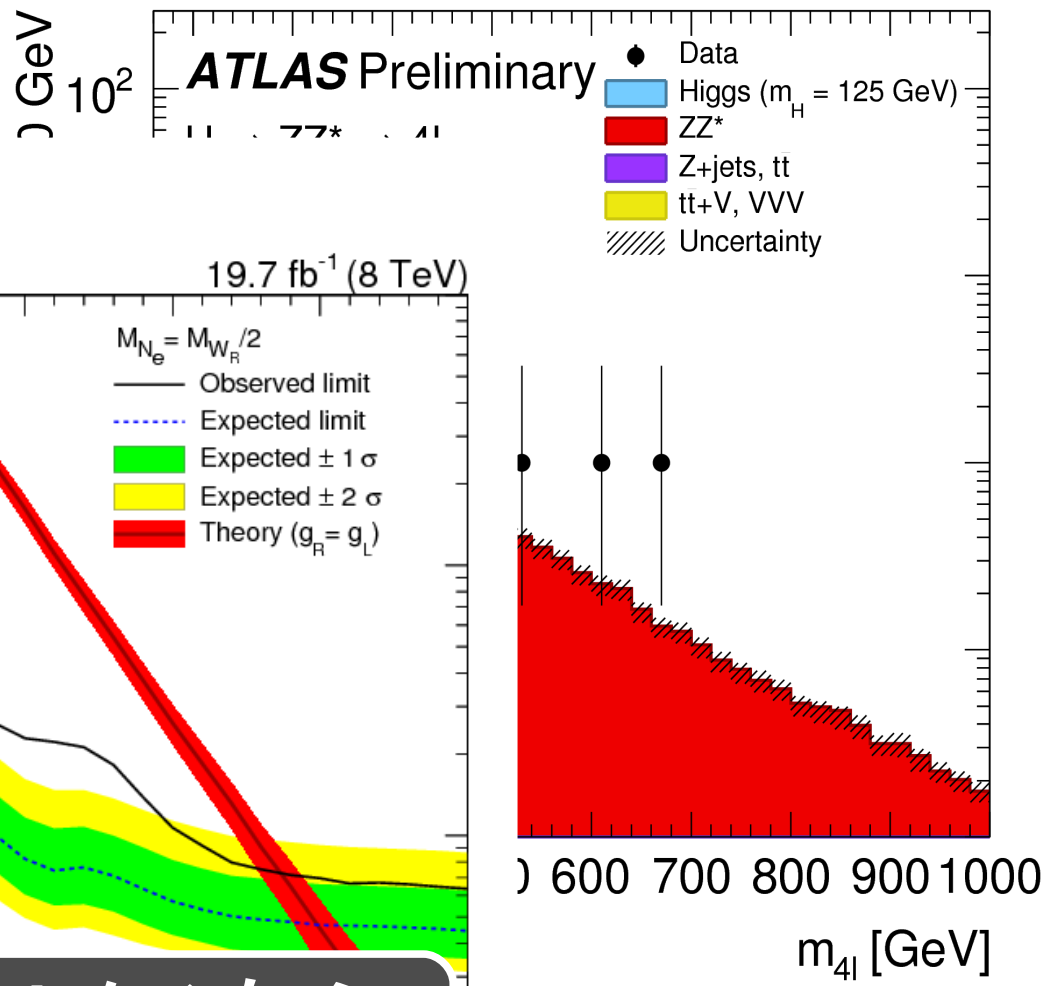


振り返れば、

Di boson



H → ZZ* → 4l



流行りを追え

Atomki anomaly



Toshinori Mori @muegamma · 5月25日

1月のPRLに出た6.8シグマの17MeV「新粒子」、誰も大騒ぎしてないが色々な実験の副産物としてそのうち検証される見込み。
Mu3eも感度あるかな。



Nature News&Comment @NatureNews

Has a Hungarian physics lab found a fifth force of nature? bit.ly/1WNZ8gZ



48



42



Atomki anomaly

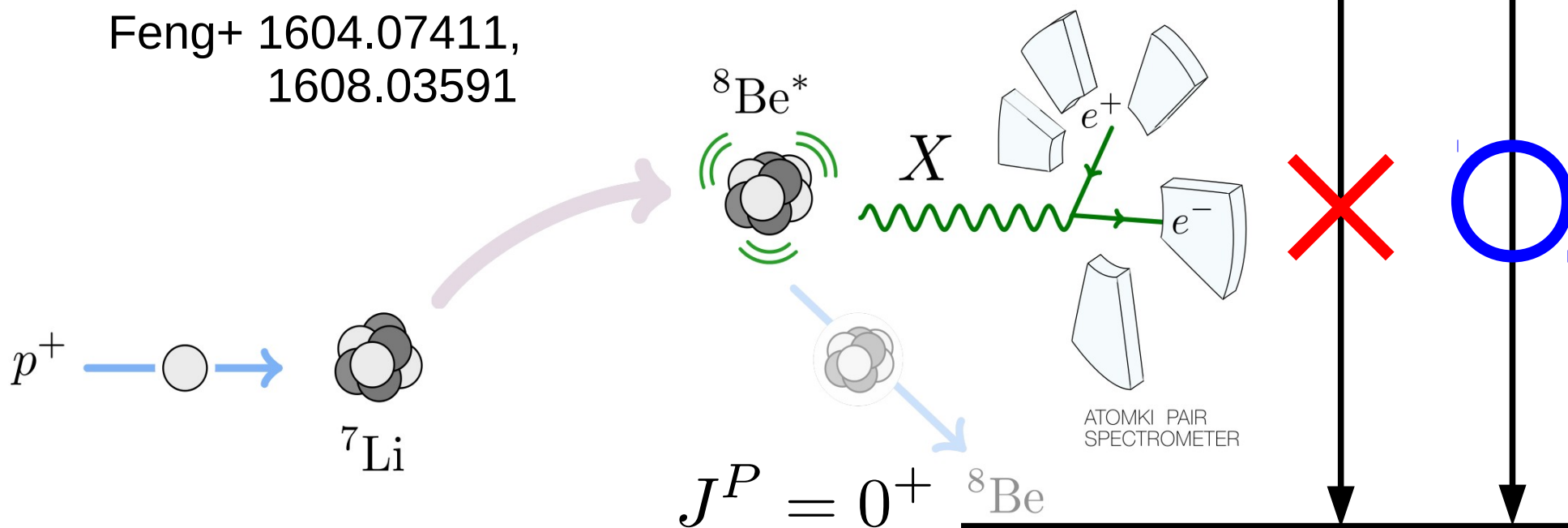
実験:

Krasznahorkay+
1504.01527

理論:

Feng+ 1604.07411,
1608.03591

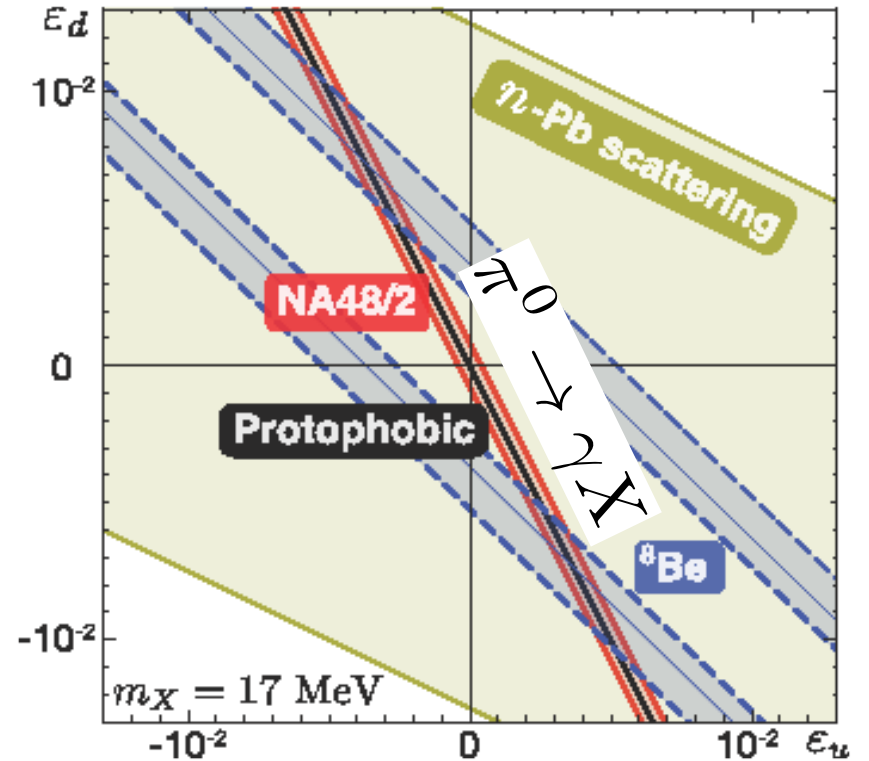
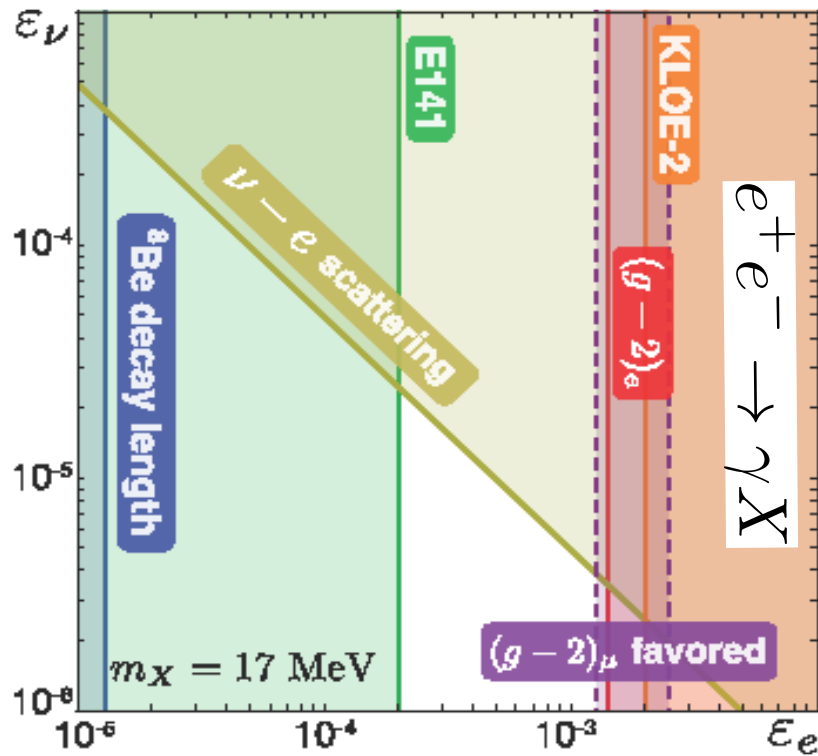
$$J^P = 1^+ \begin{array}{l} |l=0 \quad 18.15\text{MeV} \\ |l=1 \quad 17.64\text{MeV} \end{array}$$



- $m_X = 16.7 \pm 0.35_{\text{stat}} \pm 0.5_{\text{sys}} \text{ MeV}$
- Spinの関係からvectorっぽい。

相互作用

Beam dump



$$6.1 \times 10^{-5} \leq |g_e| \leq 4.2 \times 10^{-4}$$

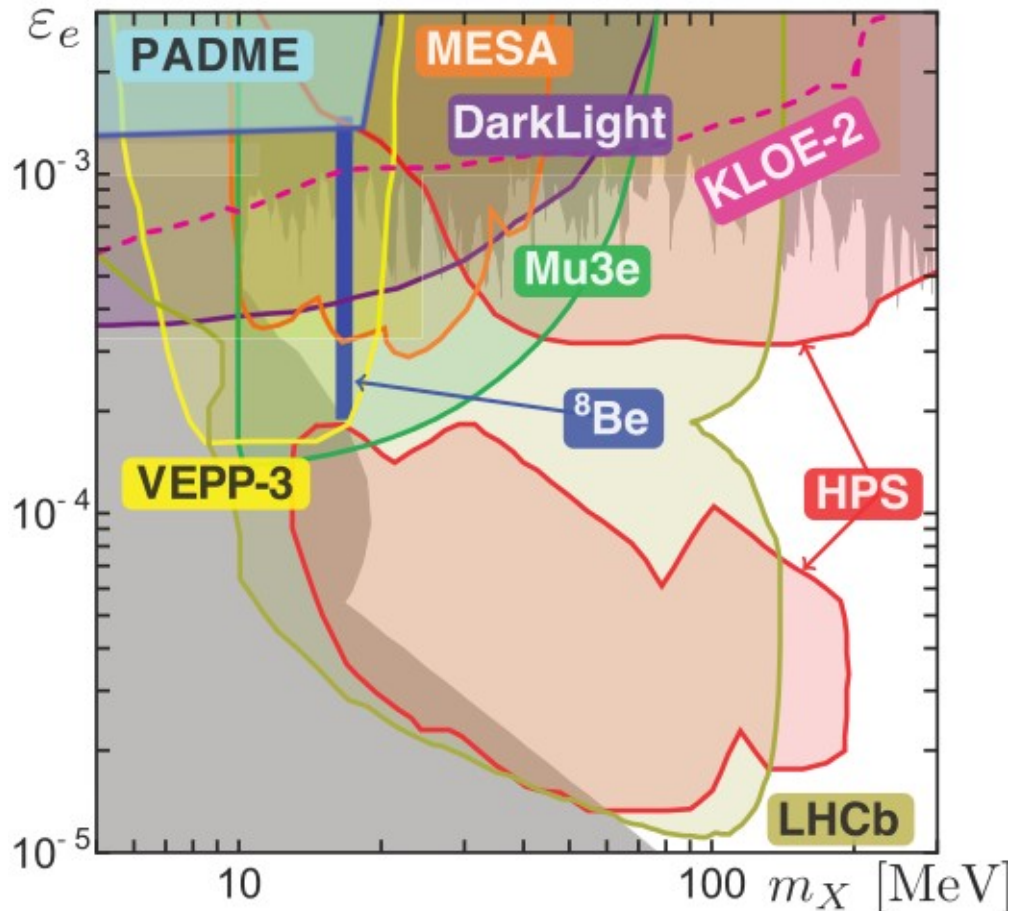
$$6.1 \times 10^{-4} \leq |g_n| \leq 3.1 \times 10^{-3}$$

- Protophobic: $|g_p| \leq 3.6 \times 10^{-4}$

- 実はleptophobicでもあるが、軽いので効く。

検証可能性

$$\frac{g}{M} \sim \frac{10^{-4} - 10^{-3}}{17\text{MeV}} \sim \frac{1}{1.7 \times 10^{1-2}\text{GeV}}$$



Mu3e (2018--)

Muon decayにassociate

$$\mu \rightarrow e\nu\nu X (\rightarrow ee)$$

VEPP-3 (accept後 3--4年)

Fixed targetで $e^+e^- \rightarrow \gamma X$

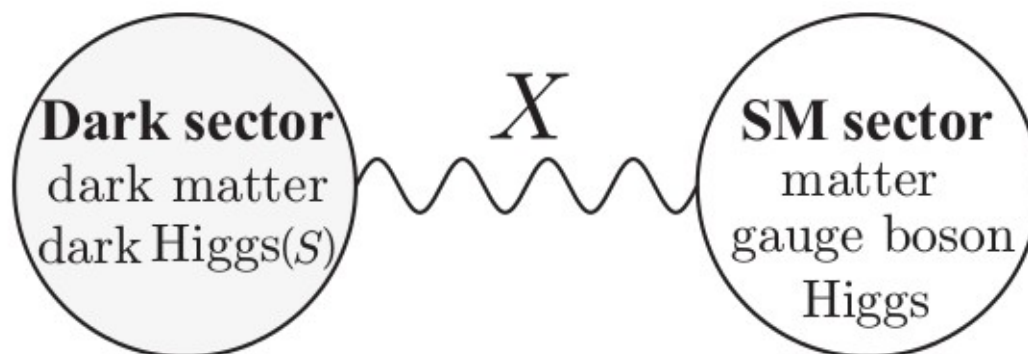
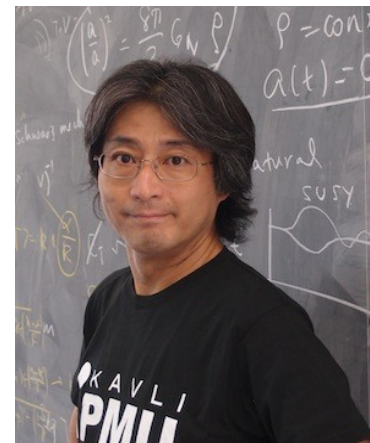
LHCb (2021--2023)

D-mesonの脱励起

$$D^*(2007)^0 \rightarrow D^0 X (\rightarrow ee)$$

Weakly interacting light particle

- Dark matter self interaction
- Muon $g-2$
- Lithium problem



Dark matter模型を考える。

目次

- Protophobic vector boson
- Dark matter models
 - $U(1)_X$ charged models
 - $U(1)_X$ singlet models
- まとめ

模型

$$\mathcal{L}_X = -\frac{1}{4}X^{\mu\nu}X_{\mu\nu} + |DS|^2 + \mu_S^2|S|^2 - \frac{\lambda_S}{2}|S|^4 + \mathcal{L}_{DM}$$

以下、変数は g_X, m_X, m_s

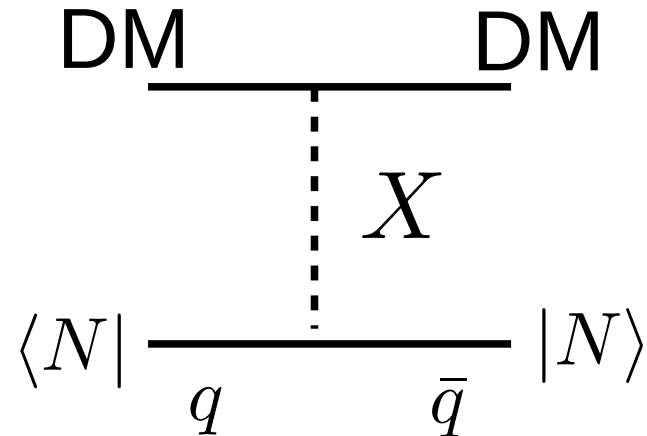
\mathcal{L}_{DM}	Scalar	Fermion
Charged	$\varphi \quad \varphi^*$	$\xi \quad \bar{\xi}$
Neutral	ϕ	$\chi \quad \psi \quad \bar{\psi}$

(Higgs との相互作用は無視する)

$U(1)_X$ charged dark matter

- Direct detection

圧倒的に強い。



- Annihilation

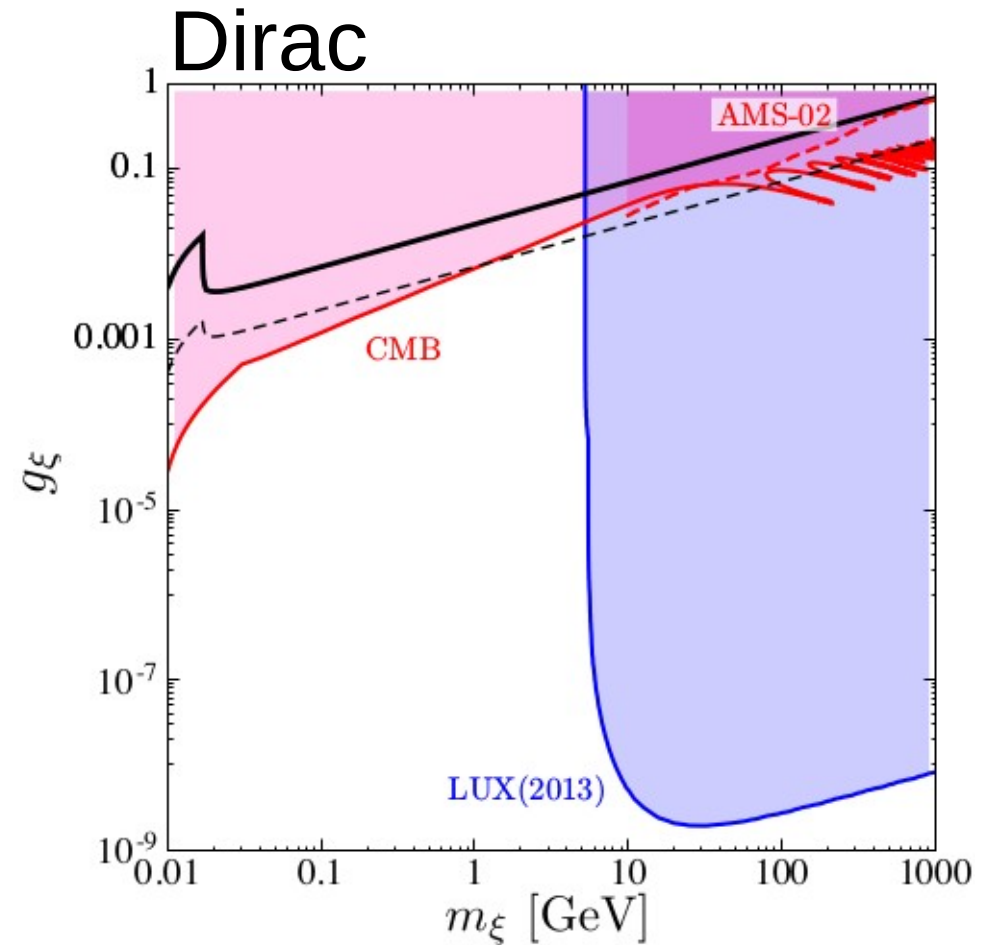
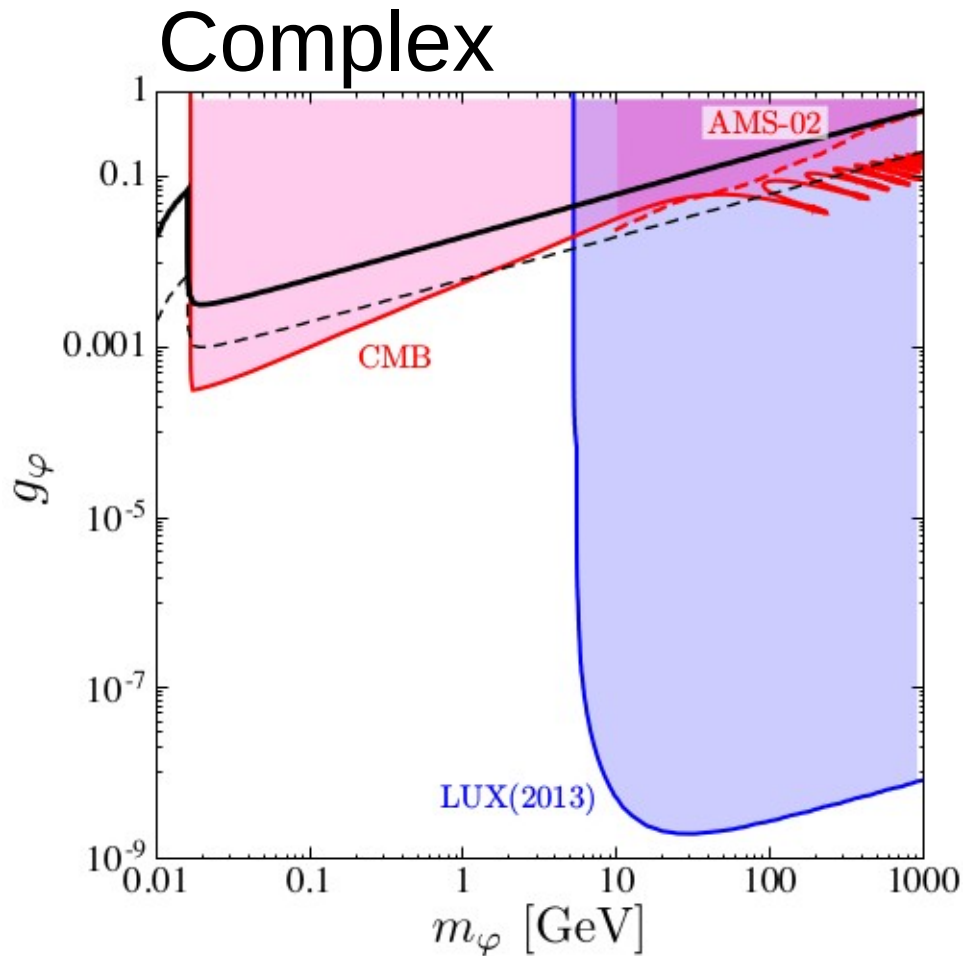
$$\begin{aligned} \varphi\varphi^* &\rightarrow XX \\ &\rightarrow ss \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \xi\xi^* &\rightarrow XX \\ &\rightarrow sX \end{aligned}$$

Xを介した大きいSommerfeld enhancement

▶ Indirect の制限が強い。

Chargedの結果



Thermal relic scenarioは基本的に無理。
(Windowについては Jia+ 1608.05443)

Secluded dark matter

- Direct detection

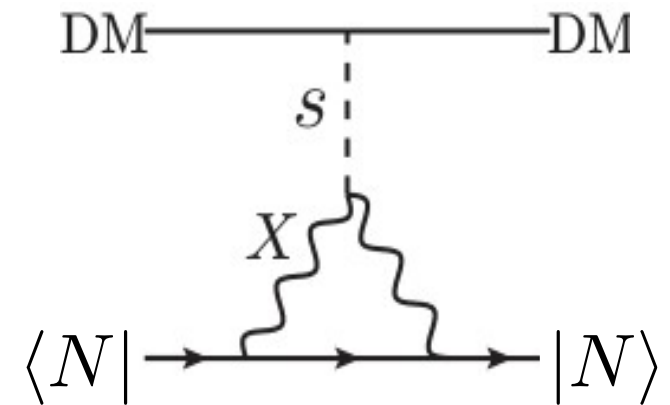
Loop induced process

Protonも効く

- Annihilation

$$\begin{aligned}\phi\phi &\rightarrow XX \\ &\rightarrow ss\end{aligned}$$

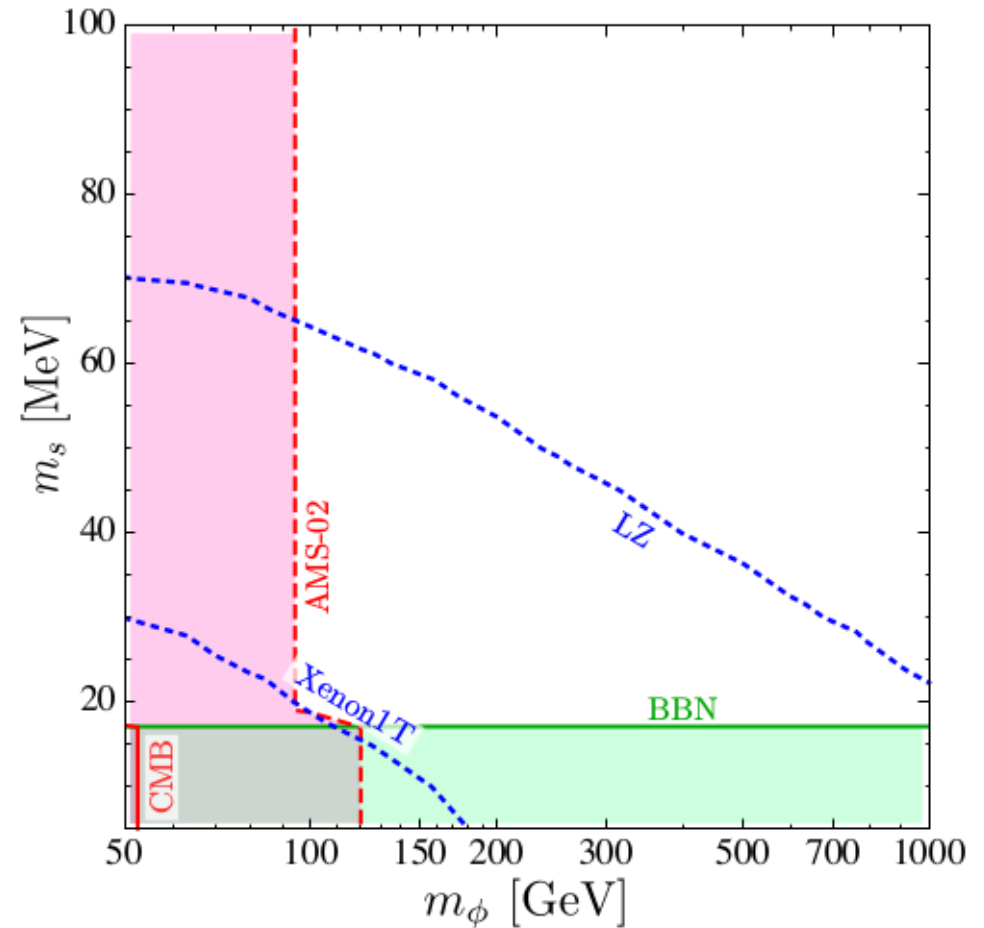
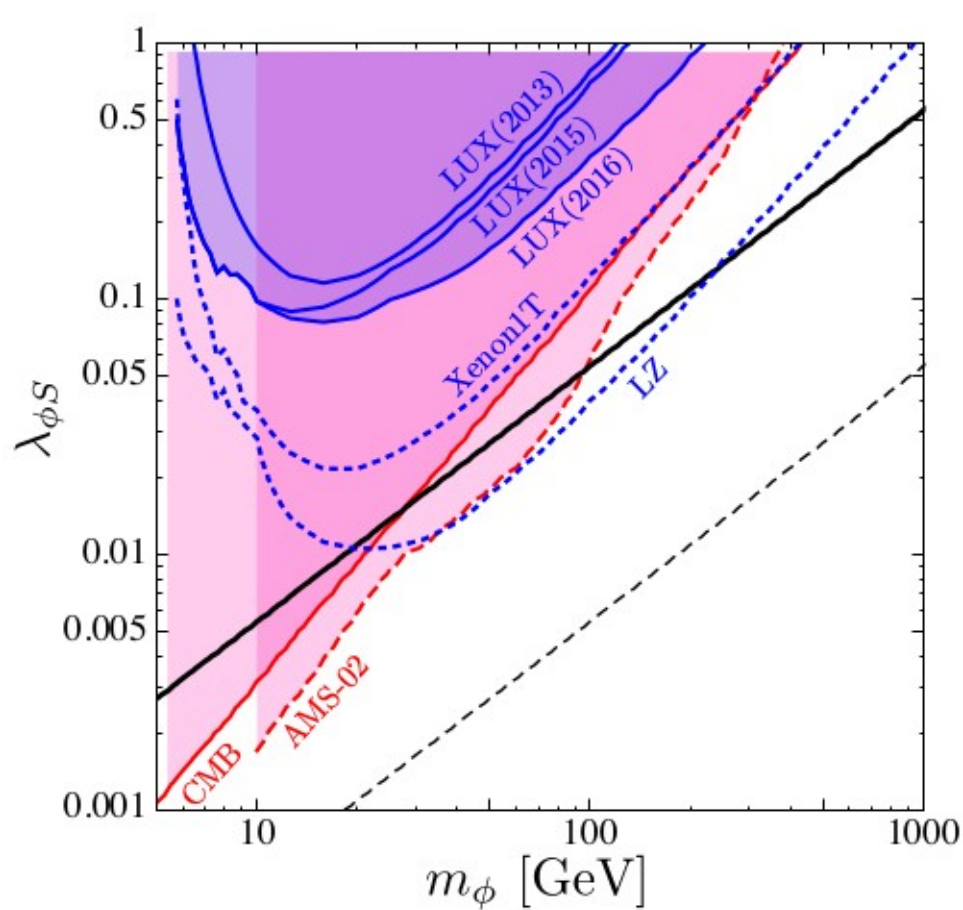
Couplingは
 m_X/m_{DM} でsuppress。



$$\begin{aligned}\chi_1\chi_1 &\rightarrow XX \\ &\rightarrow ss\end{aligned}$$

p-wave過程

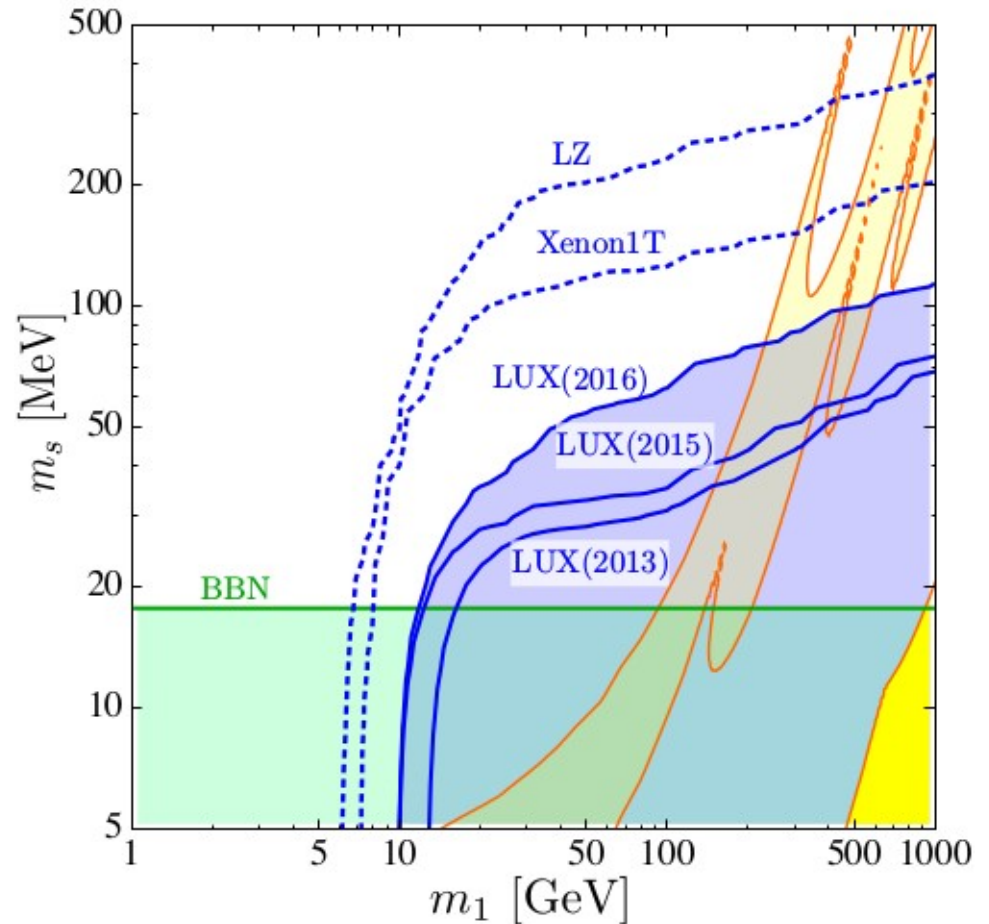
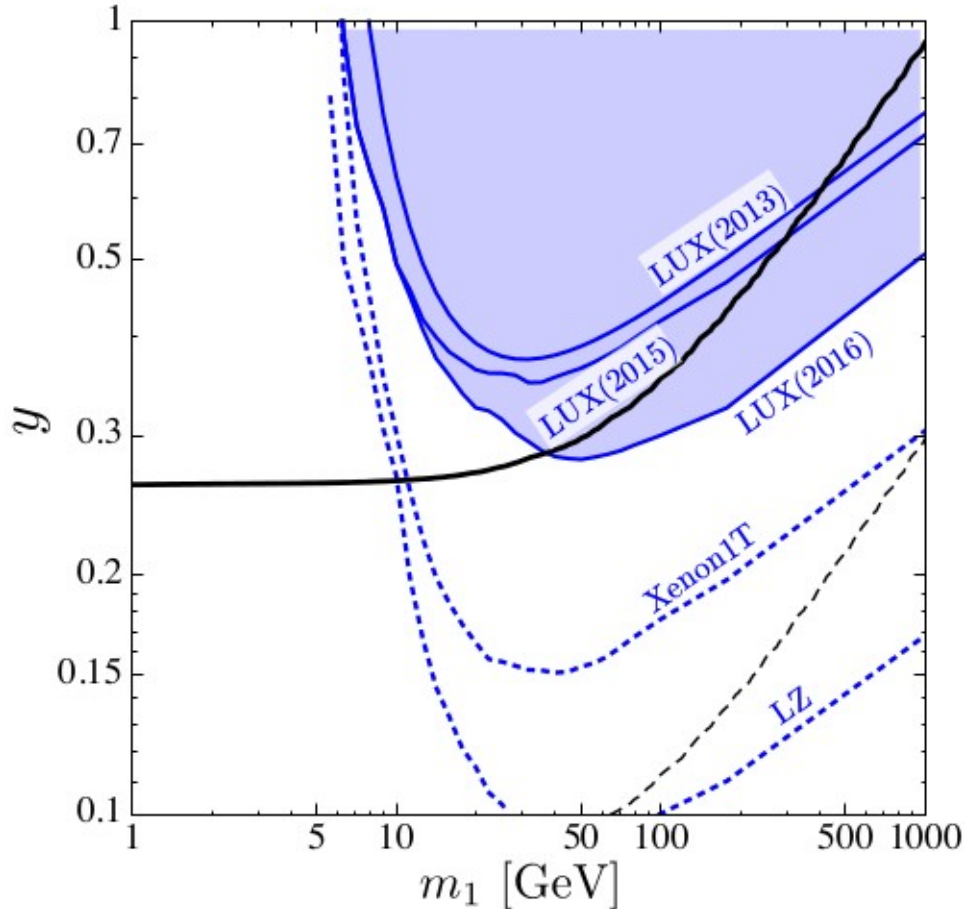
Real scalar dark matter



宇宙線からの制限が支配的。
LZまで行くと数百GeVまで棄却。

Majorana dark matter

Diracとmajoranaの質量差は100GeVとした。



最近のLUXによりザックリ逝った。

$g_X < 10^{-2}$ でsmall scale structure 問題解決の可能性も。

まとめ

