

CALET Workshop, Waseda, 15th, Nov, 2025

暗黒物質(ダークマター)と宇宙線

Nagisa Hiroshima, Kazunori Kohri, Partha Kumar Paul, Narendra Sahu,
arXiv:2510.11700 [hep-ph]

The CALET Collaboration, Holger Motz et al, PoS ICRC2023 (2023) 1385

郡 和範
(こおりかずのり)
国立天文台・科学研究部



理論センター
THEORY CENTER



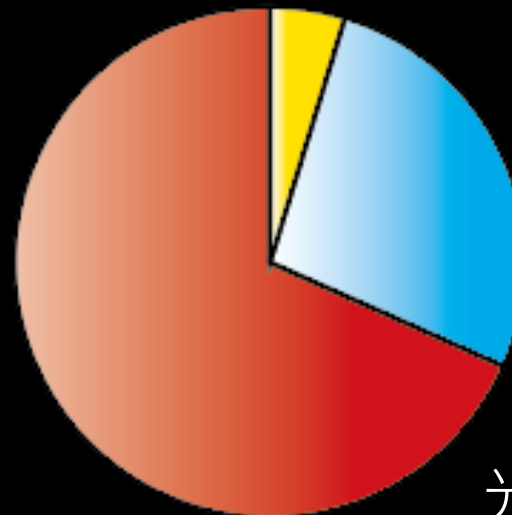
現在の宇宙の中身



原子
約 4.9 %



ダークマター
約 26.8 %



光は0.01%
反物質はもっと少ない



ダークエネルギー
約 68.3 %

宇宙定数？
アクシオン？
もはや物質ですらない

私の推しダークマター

- ニュートラリーノ



- アクシオン



- 原始ブラックホール

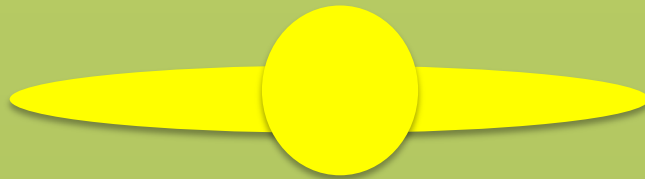
- ...



ダークマターの密度ゆらぎが 銀河をつくる

宇宙初期にダークマターの密度ゆらぎが大きいところ
がつぶれて銀河のハローが作られる

ダークマターのハローに原子(バリオン)が落ち込んで銀河が形成

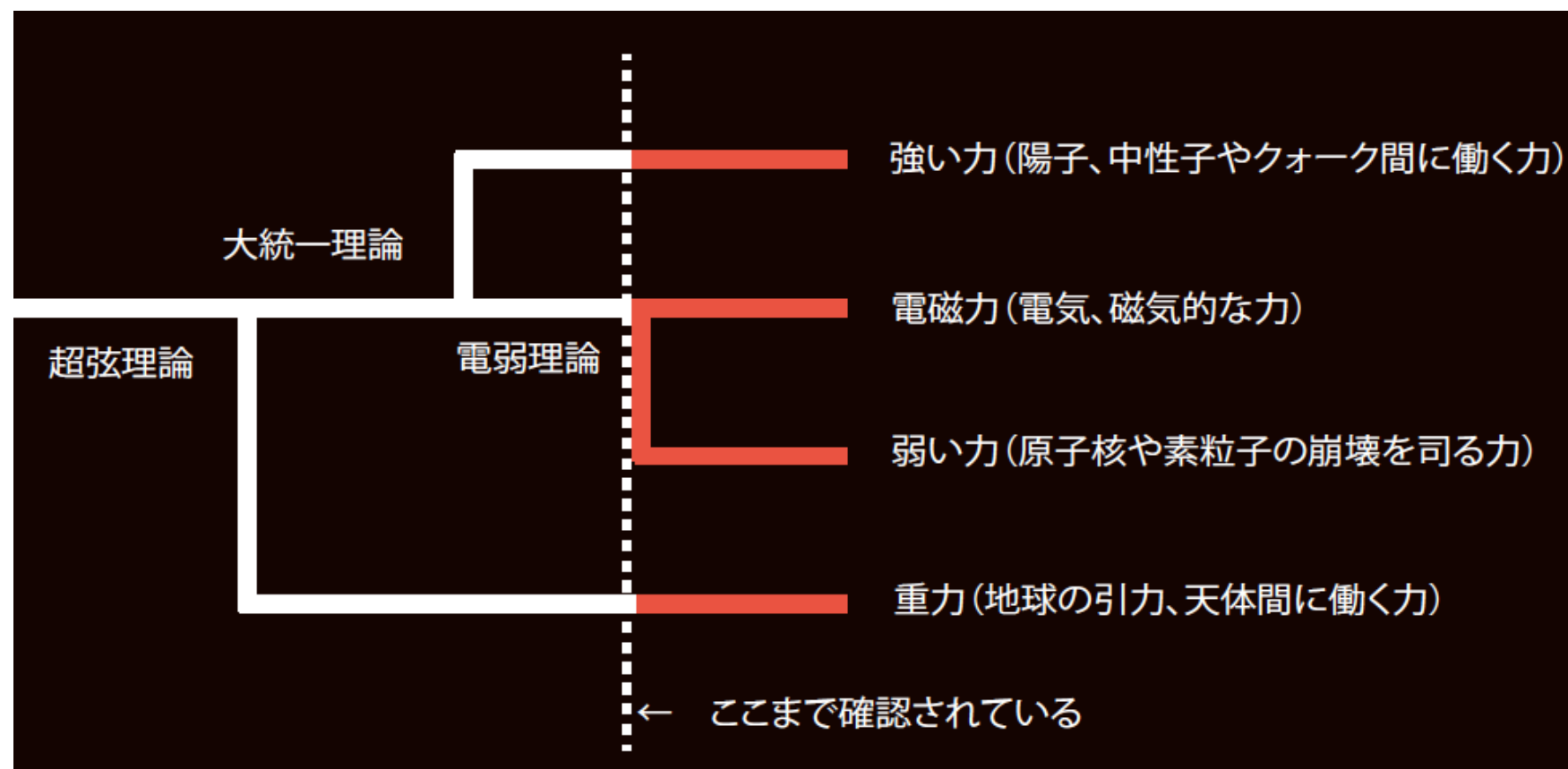


ダークマターは原子の約**5**倍

$$0.01 = 10^{-2}$$

力の統一理論

10^{-43} 秒 10^{-38} 秒 10^{-10} 秒(100億分の1秒) 現在 138億年

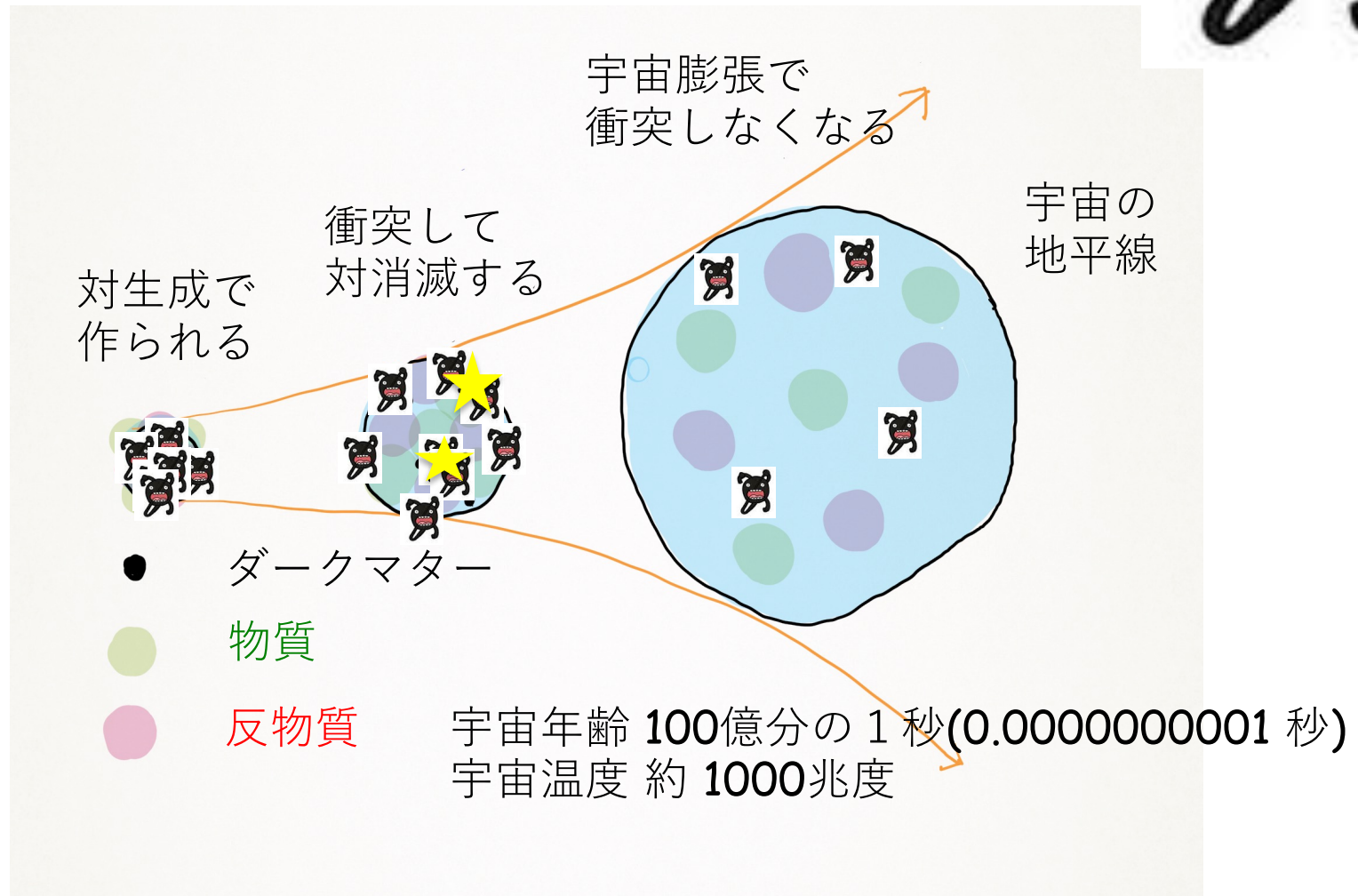


10^{32} 度 10^{29} 度 1000兆度 現在 -270度 (2.7K)

宇宙初期に作られたダークマター ニュートラリーノ(WIMP)

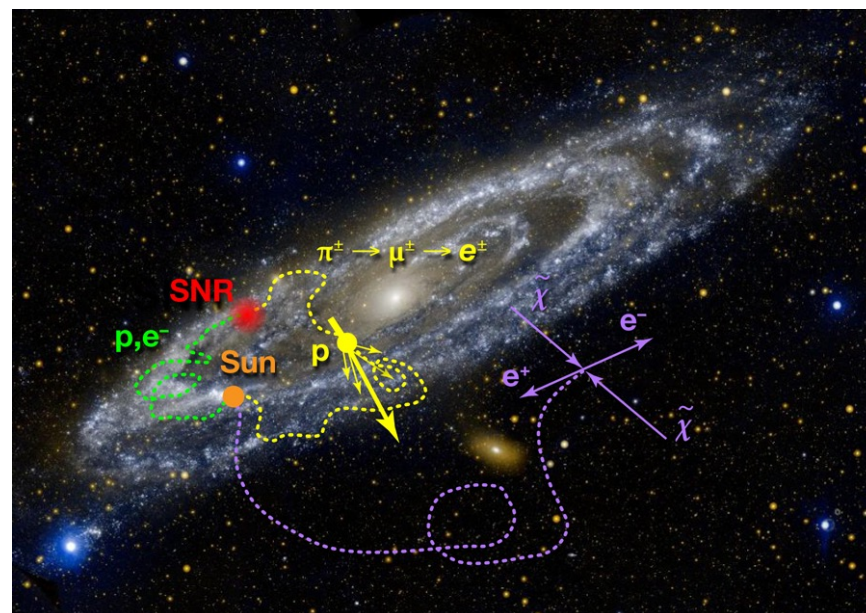
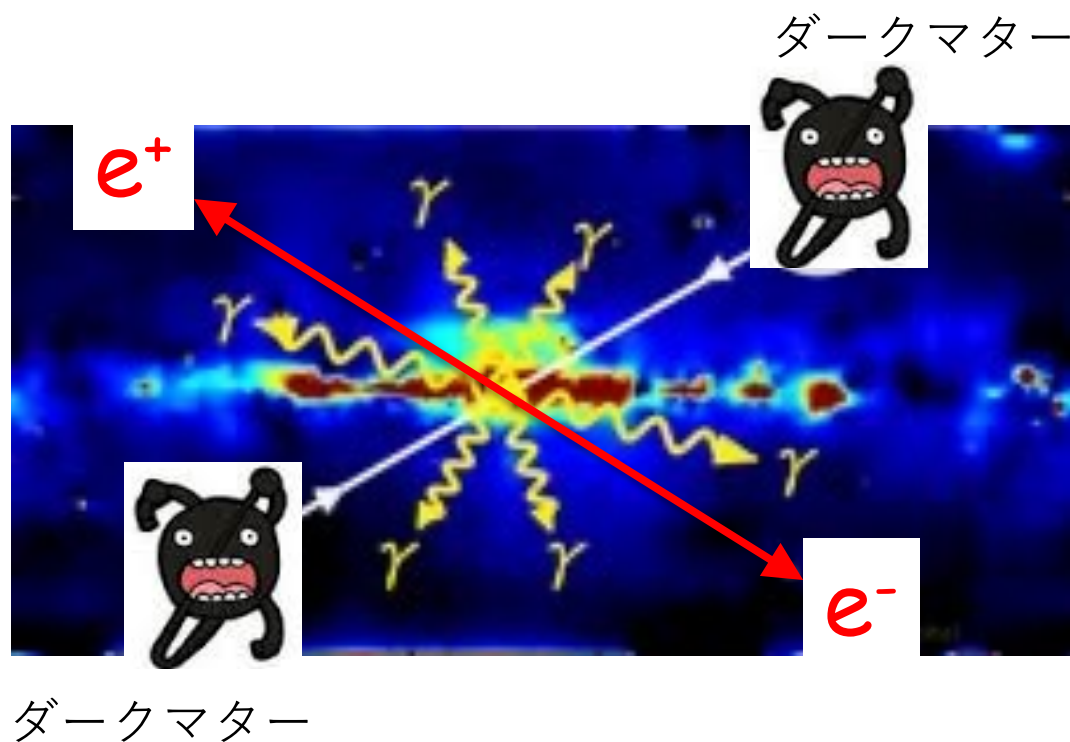


- 宇宙膨張による凍結シナリオ



ダークマター宇宙で壊れて粒子を放出
(間接検出)

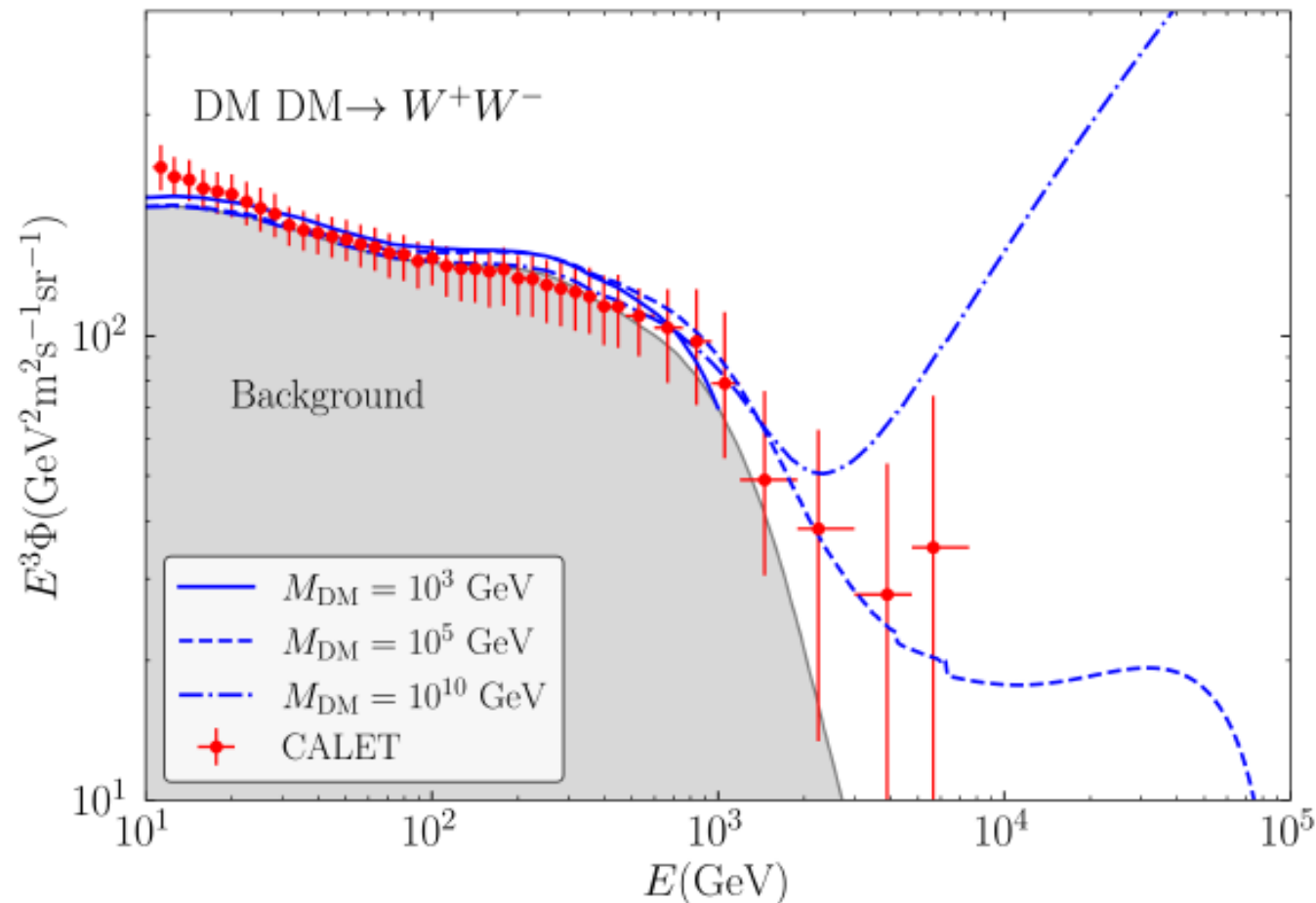
対消滅によるガンマ線・電子



$$\text{DM} + \text{DM} \rightarrow W^+ + W^-$$

$$m_{\text{DM}} = 10^3 \text{ GeV}, 10^5 \text{ GeV}, 10^{10} \text{ GeV}$$

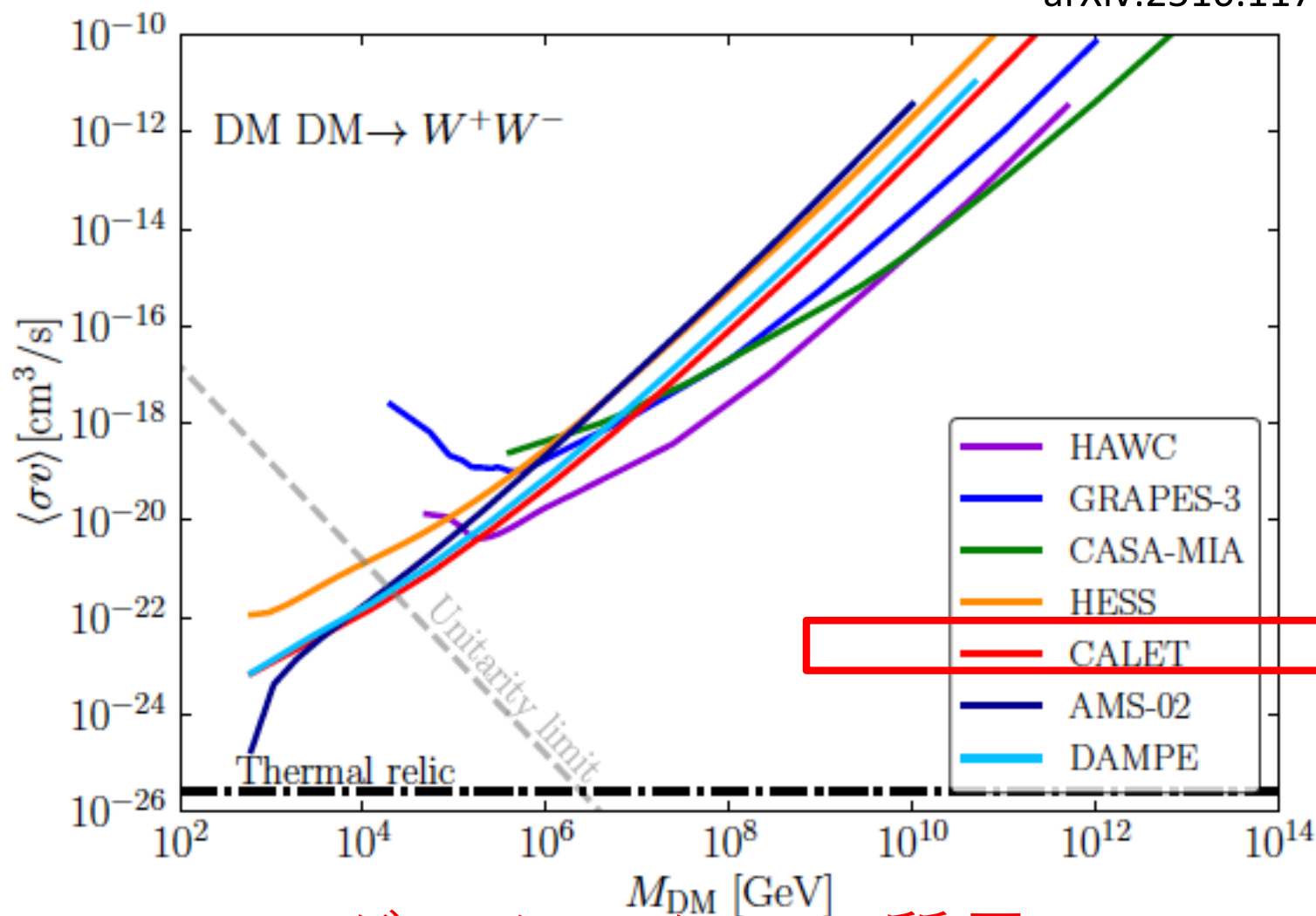
Nagisa Hiroshima, Kazunori Kohri, Partha Kumar Paul, Narendra Sahu ,
arXiv:2510.11700 [hep-ph]



CALETによる反応率への上限

Nagisa Hiroshima, Kazunori Kohri(郡和範), Partha Kumar Paul, Narendra Sahu ,
arXiv:2510.11700 [hep-ph]

対消滅の散乱断面積



ダークマターの質量

まとめと展望



超対称性粒子
(ニュートラリーノ x)

- ダークマターは銀河をつくるために必要
- ダークマターは見える物質の約5倍多く存在
- ダークマターの候補はニュートラリーノ、アクシオン、原始ブラックホール、など
- 近い将来、CALETなどの宇宙線観測により、その正体が暴かれるだろう