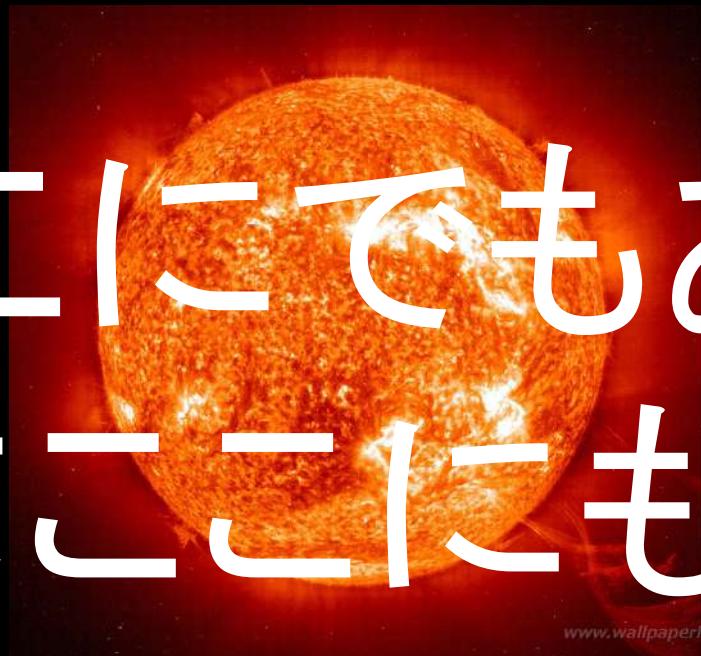


ダークマターの 直接探索

担当教員:森山、関谷 @神岡施設

ダークマター・暗黒物質

どこにでもある
いまここにもある

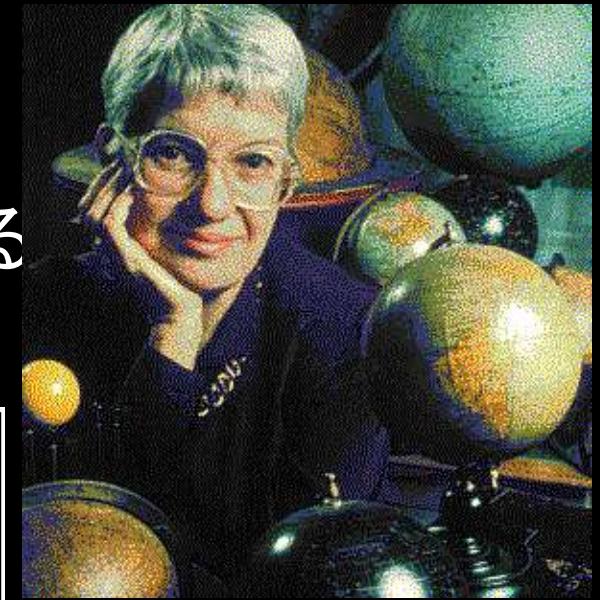
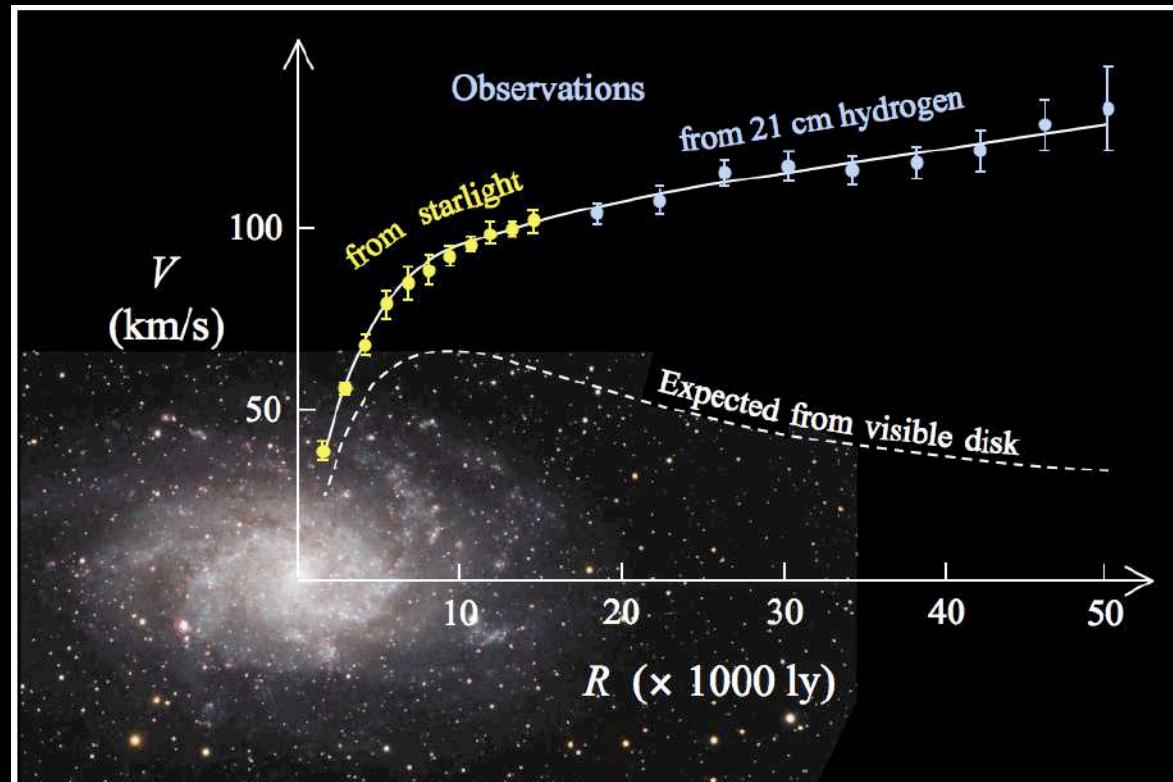


©NASA

実験室で
ダークマターを
直接検出し
その正体を解明する

なぜ有る事がわかる？

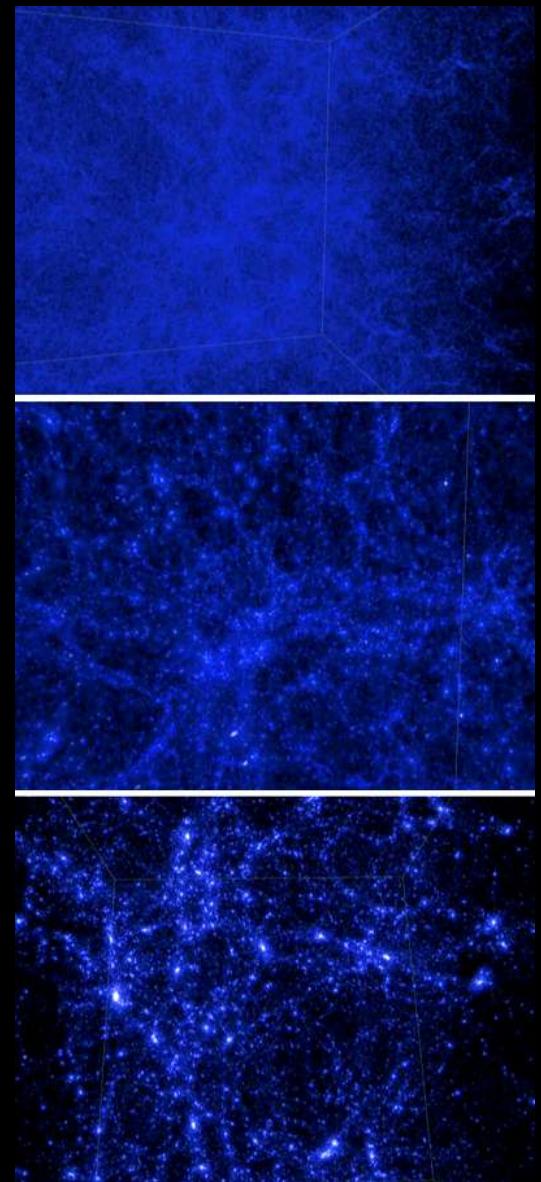
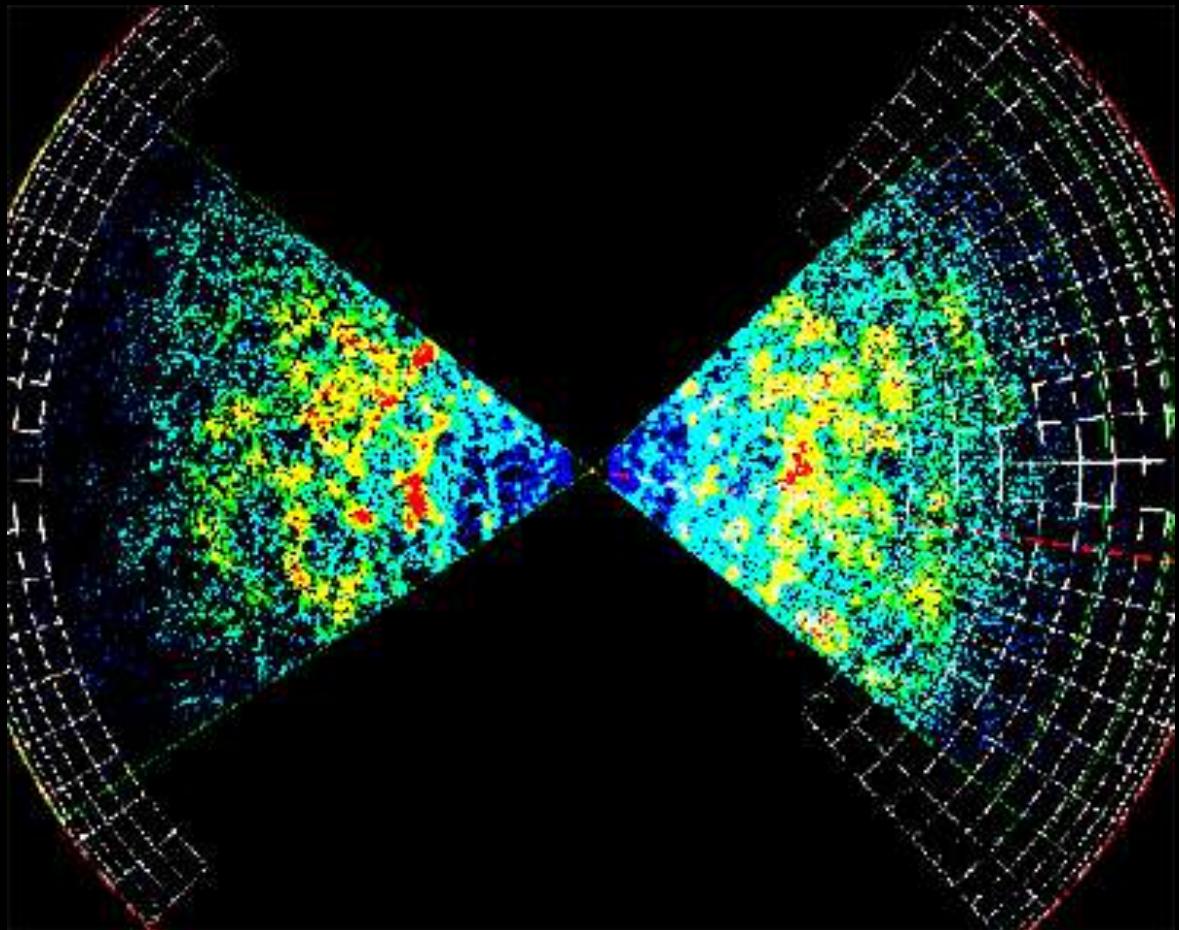
- おかしなことが様々なスケールで認識されている
- たとえば銀河の回転速度分布



- 衝突する銀河

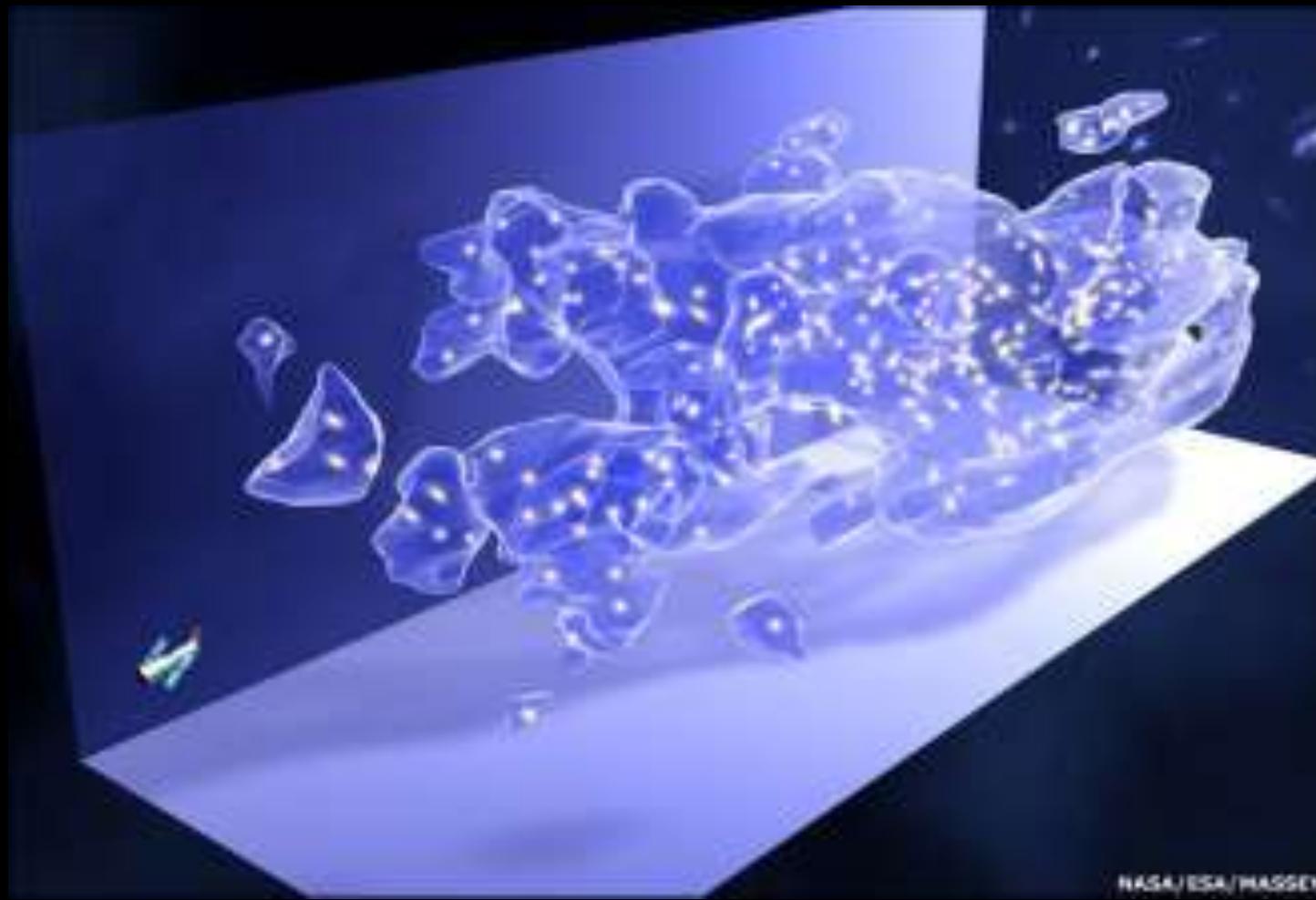


- 銀河団のフィラメント



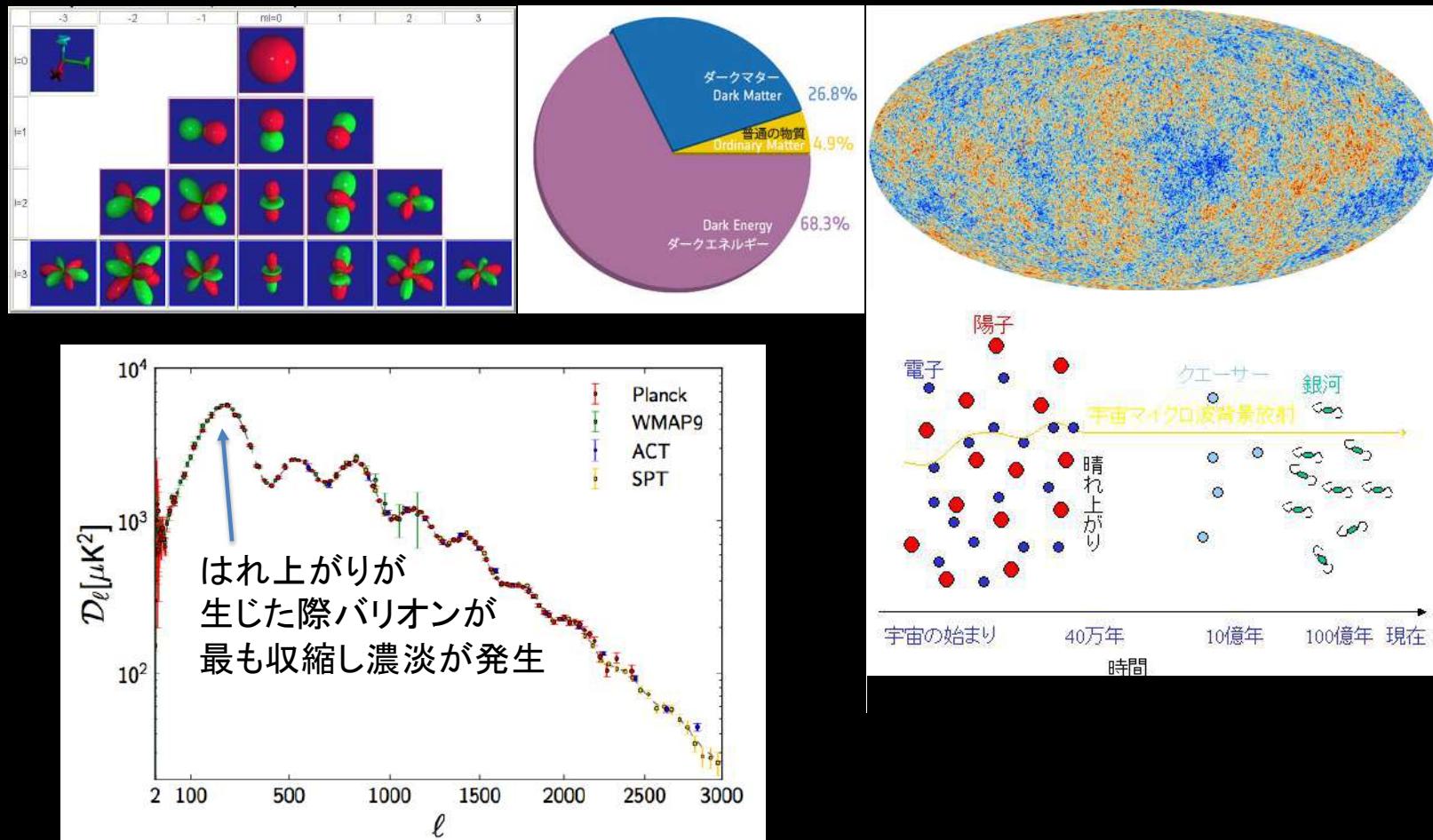
理科年表サイト:https://www.rikanenpyo.jp/kaisetsu/tenmon/tenmon_031.html

- 宇宙論的な深さでの質量分布



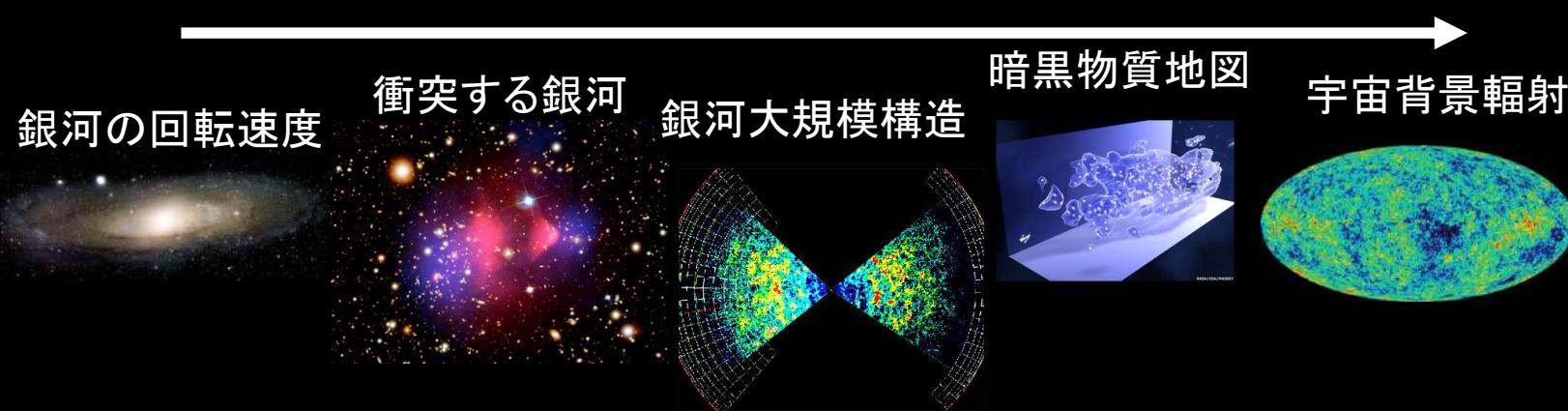
NASA/ESA/HASSEY

・ 宇宙開闢時に発生した電波の解析



小規模

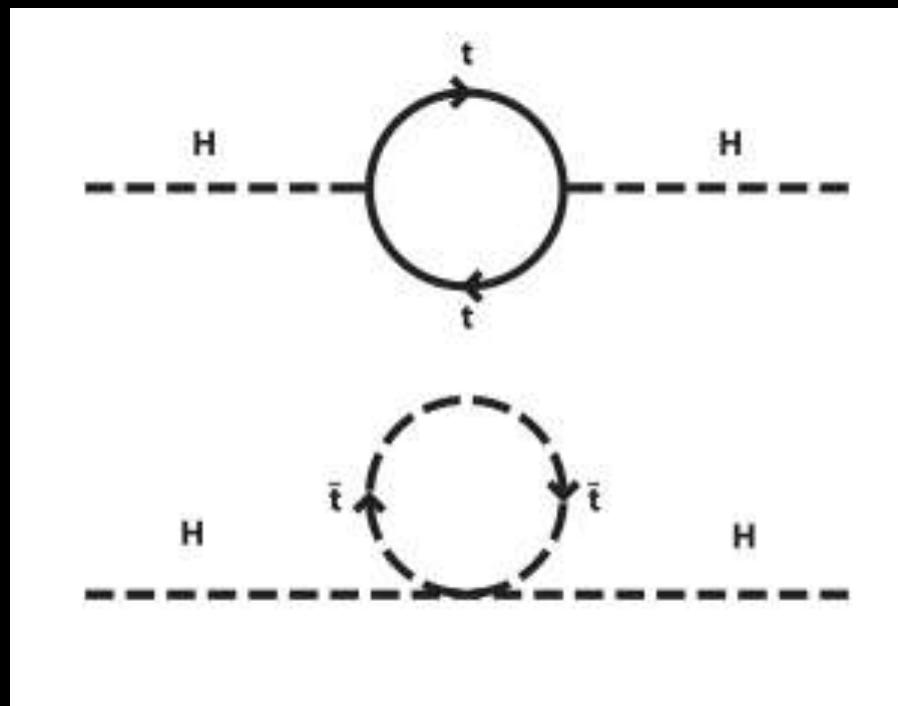
大規模



これら沢山の「おかしなこと」が
「たった一つの未知粒子」
を仮定すれば美しく説明できる！
ただし1個当たりの質量も相互作用の強さも不明！

素粒子物理としても垂涎の的

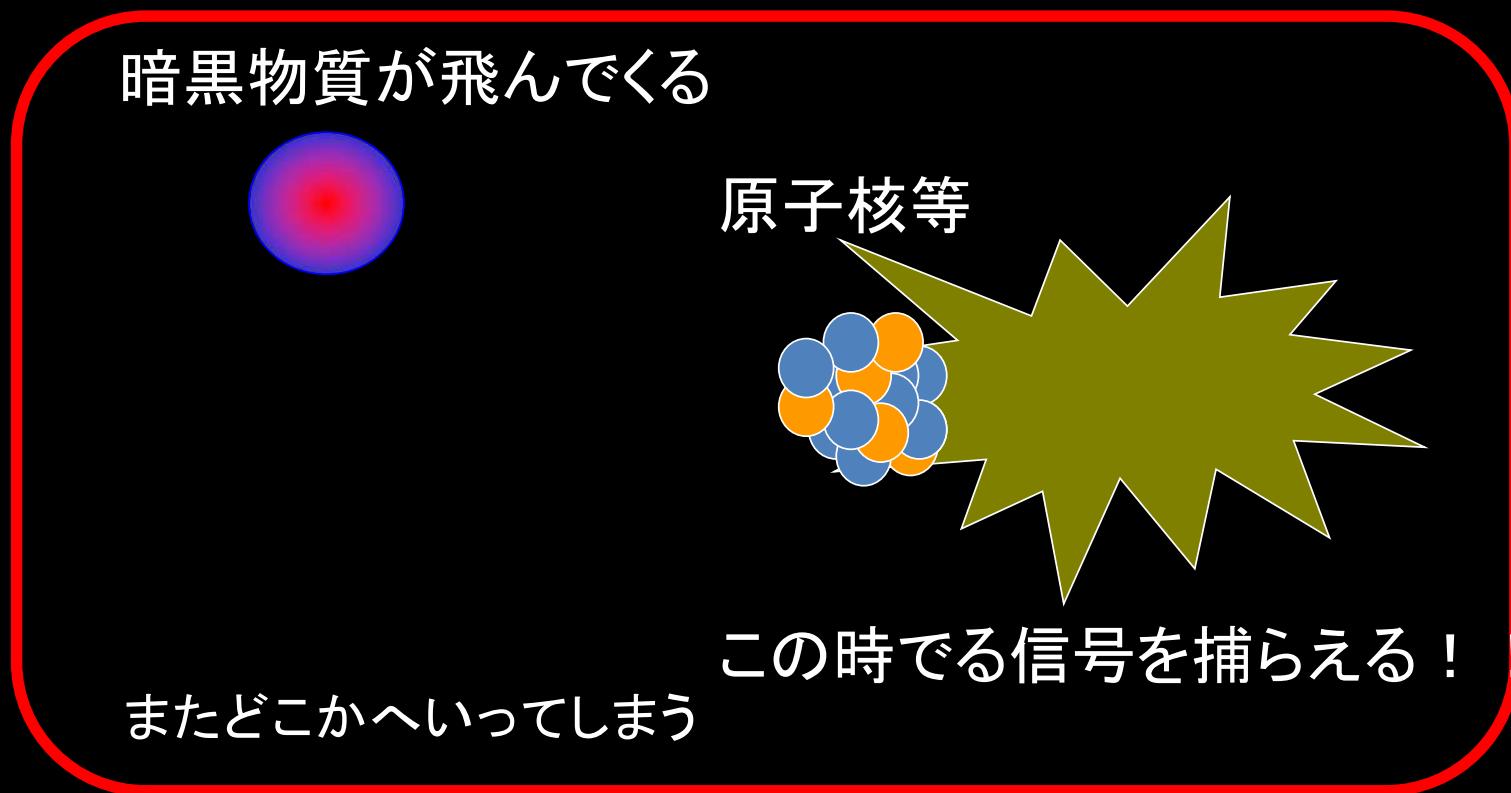
- ヒッグス粒子の発見
 - なぜヒッグス粒子の質量がこれほど小さいのか
 - 確実に背景に新しい物理学が存在する
- 新しい粒子＝新しい物理学の入り口



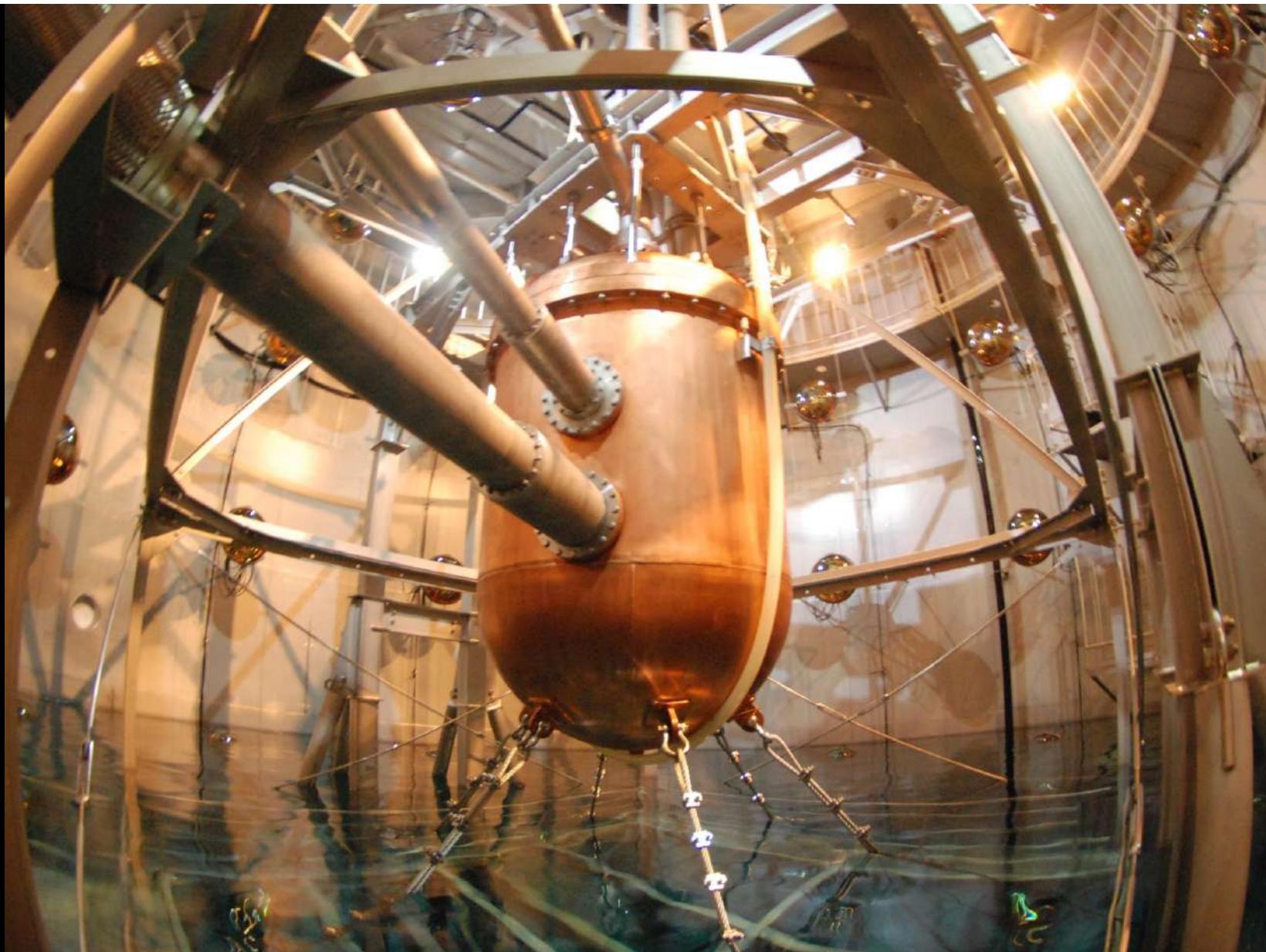
ダークマター探索

暗黒物質を目の前へ引きずり出す方法

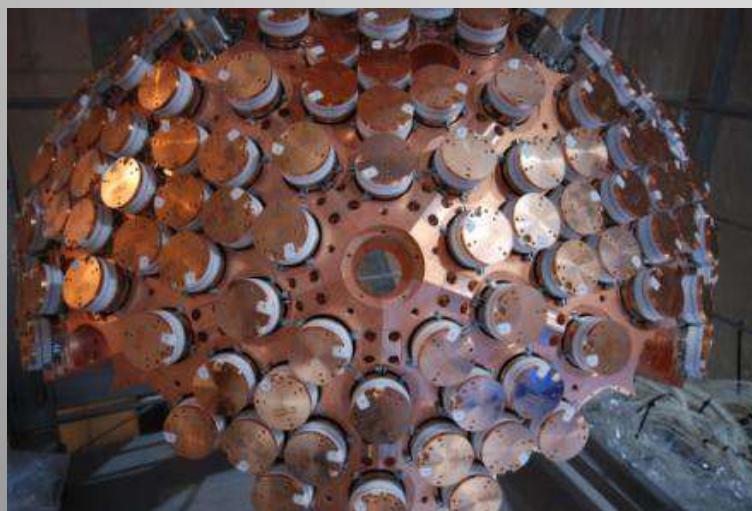
- 普通の「物質」を跳ね飛ばすところを見る



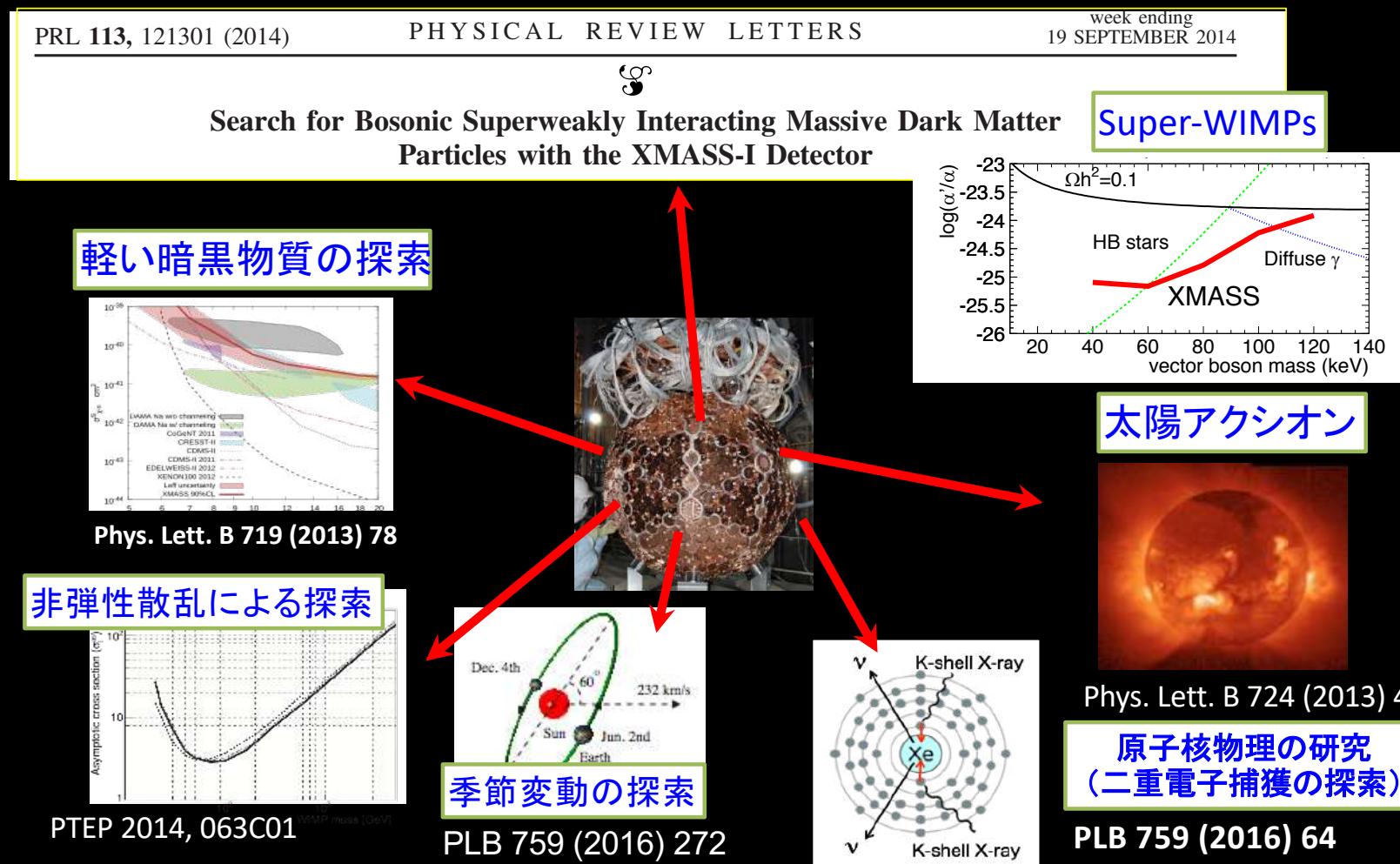
- 最も直接的で、発見後にも詳しい研究が可能。



XMASS-I: 装置の組み立て



- XMASS-Iで広い可能性を開拓し、多くで世界一を達成。
今後も高感度での探索を行い、予想もしない現象の観測？



森山研究室の活動

世界最高感度を持つ暗黒物質直接探索実験
XENON実験に参加し世界協力を開始



- 現在世界最高感度を記録したXENON1T実験を拡張しXENONnT実験装置を建設中。世界最高感度を実現し発見を狙う！

XENONnT実験

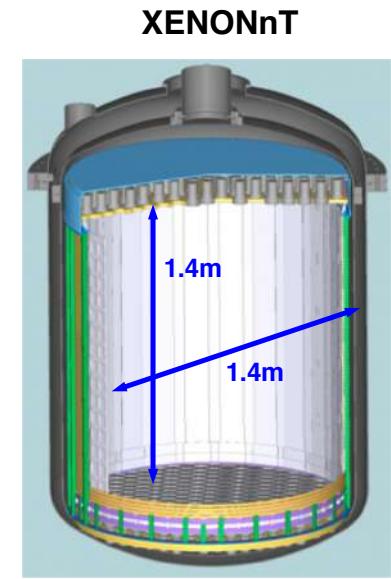
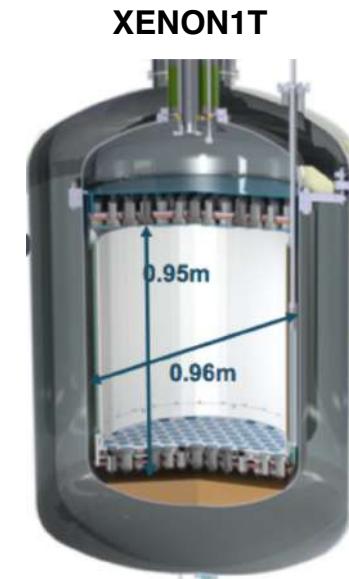
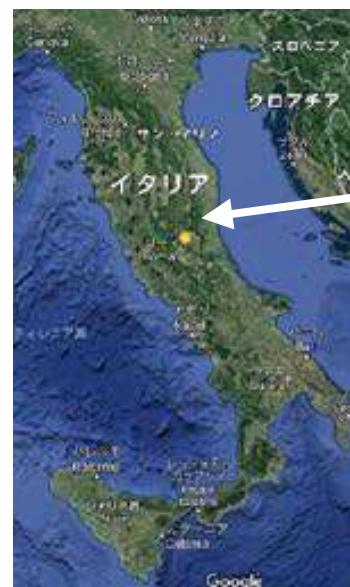


- XENON1T実験装置の中心部を大型化。
- 今後5年で1桁以上の感度向上をもとに暗黒物質の直接的発見を目指す！

- 170名程の研究者のグループ。半分は大学院生：若い国際共同研究グループ。
- 暗黒物質粒子の発見・ヒントを得る！

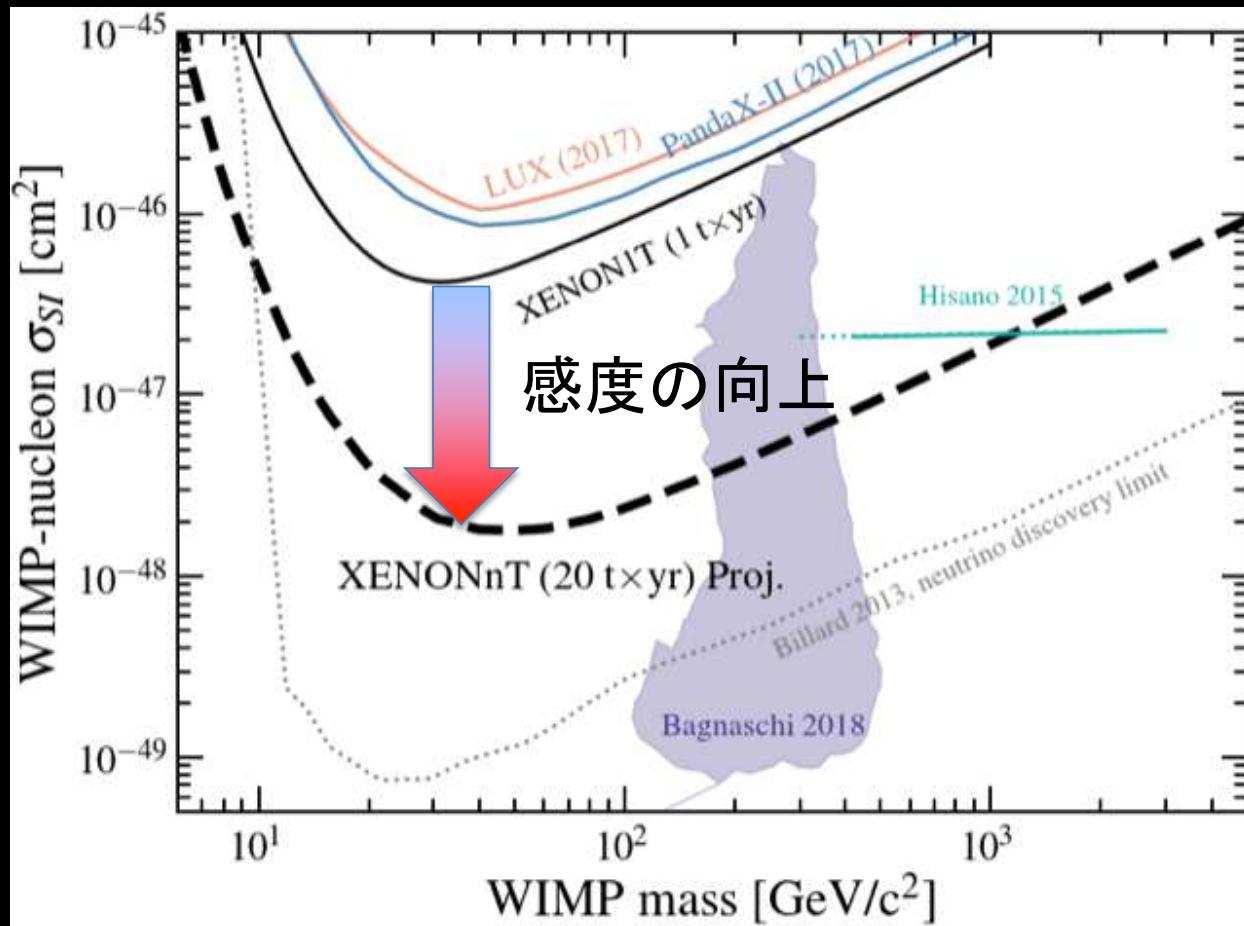
<https://twitter.com/XENONexperiment>

https://www.instagram.com/xenon_experiment/



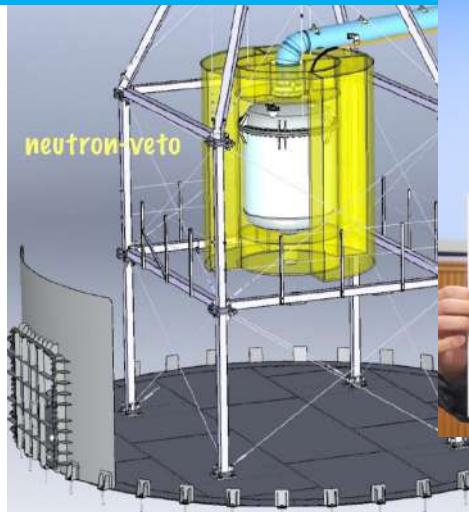
XENONnTで探索する領域

- 理論的にも探す動機付けが強いダークマターの探索結果は以下の細い黒線。破線の感度で世界発見を目指す！



日本グループが暗黒物質発見のために行う 装置建設・データ解析

究極のノイズ源
中性子起源の現象の
+
△



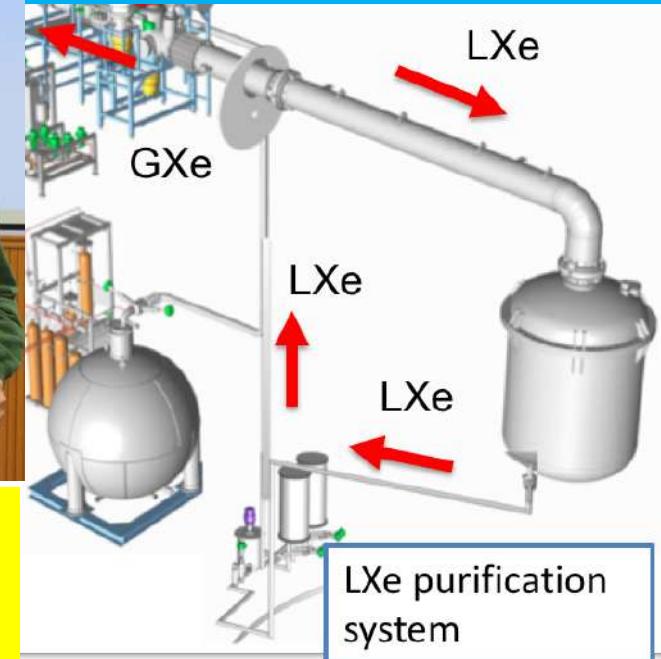
梶田所長
ポスター賞

- データ収集・解析
 - 本年度から開始
- 現在東大から5名参加。博士1名。名古屋大、神戸大。合計13名。（+新修士4-5名？）



梶田所長
修士発表賞

液体キセノンを純化し
高感度での探索を実行



運転約5年を予定。
大学院での研究に
絶好のタイミングです。

暗黒物質探索@関谷研

「暗黒物質を直接捉える」といっても要は→

Step1: とにかく「検出」しないと始まらない

Step2: 検出率に暗黒物質の特徴がみられるか検証

Particle physics × Astrophysics
(cross section) (flux)

$$\text{検出率 } R = \sigma_{\chi-N} \times n \langle v \rangle$$

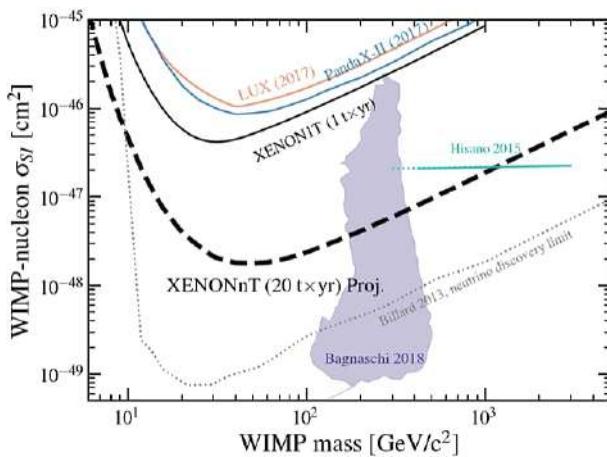
$$= \sigma_{\chi-N} \times \rho \int \vec{v} f(\vec{v}) d\vec{v}$$

$\sigma_{\chi-N}$: WIMP-nucleus cross section

ρ : WIMP density

$f(\vec{v})$: WIMP velocity distribution

Step1の世界の現状と計画:とにかくバックグラウンド(BG)を低減してターゲット質量を増やす



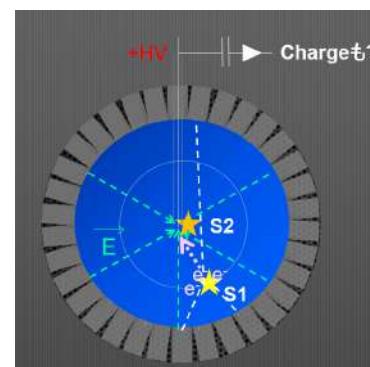
「将来XENON-nTなどよりも大きな検出器を実現するにはどうしたらよいか」

→球状液体キセノンTPC検出器+ウニ電極の開発

名古屋大学、フランス CEA Saclayとの共同研究

Saclayでの電極実験

神岡での冷却実験

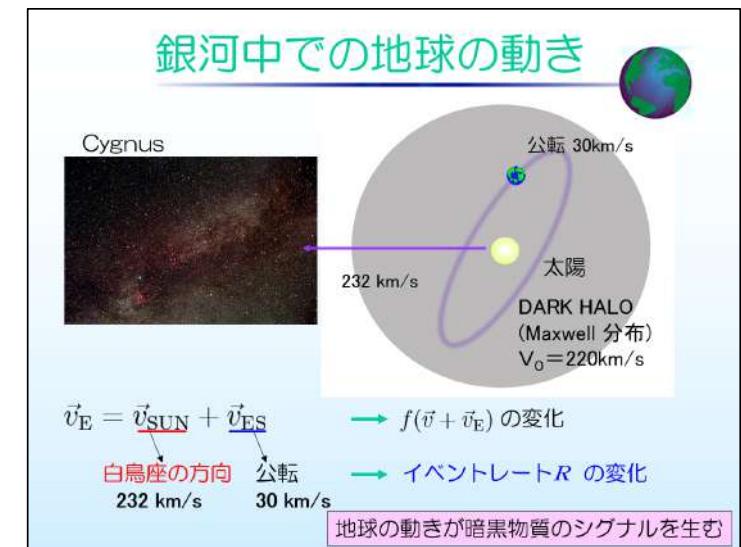


暗黒物質探索@関谷研

Step2の世界の現状と計画：公転に基づく検出率の季節変動を探す

しかしことも小さい変動で、しかもニュートリノがコヒーレン
ト弹性散乱してBGとなってしまう領域では困難

「ニュートリノのBGを超えて暗黒物質の特徴を
検証するにはどうしたらよいか」

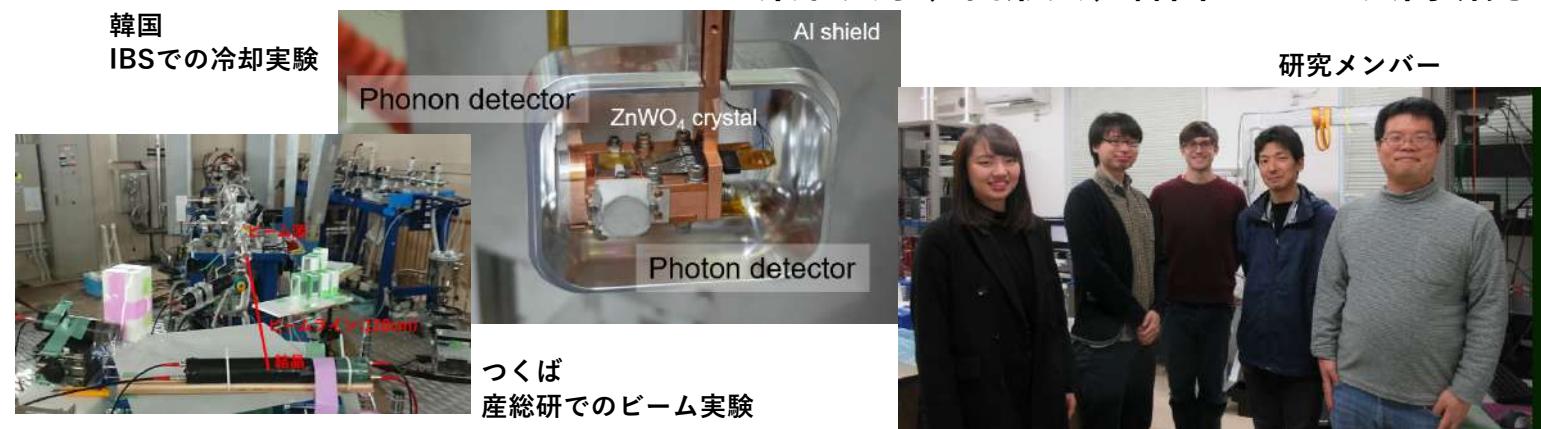
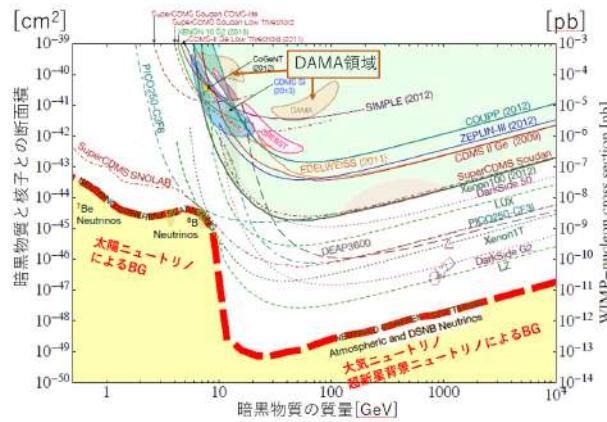


→白鳥座方向からの入射方向に感度をもった検出器の開発

太陽ニュートリノにうち勝つ：ガス飛跡検出器 神戸大学との共同研究

大気ニュートリノ、超新星背景ニュートリノにうち勝つ：異方性ZnWO₄結晶

東北大学、山形大、韓国IBSとの共同研究



暗黒物質探索

世界のニュートリノの研究者・大学院生を含め、広い交流を持ちながら研究が進められています。

- 受け入れ教員： A8グループ



森山茂栄教授

moriyama@icrr.u-tokyo.ac.jp

sekiya@icrr.u-tokyo.ac.jp

興味を持っていただければ、グループ別説明会に参加ください。

「ニュートリノ、陽子崩壊、暗黒物質直接探索」グループ