ミリ波領域における Hidden Photon Dark Matterの 探索

<u>成田佳奈香</u>,難波俊雄^A,浅井祥仁 _{東大理,東大素セ}A





18pG20-1日本物理学会第75回年次大会 @名古屋大学東山キャンパス2020/3/18

Hidden Photon Dark Matter(HPDM)

"隠れた"U1対称性を仮定
 対応するゲージボソン Hidden Photon
 →標準理論の最も単純な拡張



misalignment機構を通じてCold Dark Matterになる

HPDMの探索



未踏のmeV領域のHPDMを探索したい



- Kinetic mixingによりHPDM
 は微弱な電場を持つ
- $\vec{E}_{hp} = \chi m_{\Upsilon'} \vec{X}$
- 金属中で自由電子を揺らし
 金属表面から転換光を放射
 導体表面での境界条件から

転換光はほぼ垂直方向に放出



放出される電磁波のエネルギー⇔HPのエネルギー≒質量 (非相対論的) 光強度⇔転換確率χ



- HPDMのシグナル: HPDMの速度分布(Maxwell-Boltzman分布)を反映したもの になる
- HPDMの質量meVに対応する
 電磁波の波長:ミリ波領域

ミリ波:電波と光の中間領域



高感度探索の鍵: 低ノイズなミリ波検出器



検出器

- 検出器:SIS(Superconductor-Insulator-Superconductor) ヘテロダイン検出 器
- ミリ波の波の性質を活かしたヘテロ ダイン検出
- •Nb超電導、動作温度4K

ALMA(Atacama Large Millimeter/submilli meter Array)仕様のSIS搭載のカート リッジ受信機を使用

 ・理研の坂井星・惑星形成研究室の 分子分光実験装置で測定予定

写真:理研の坂井研より



到達予想感度

$$\Delta \chi = 4.5 \times 10^{-14} \times \left(\frac{/ 1 \pi}{10^{-23}[W]}\right)^{\frac{1}{2}} \times \left(\frac{1[m^2]}{A_{eff}}\right)^{\frac{1}{2}} \times \left(\frac{0.45[GeV/cm^3]}{\rho_{HPCDM}}\right)^{\frac{1}{2}}$$

 $/ 1 \pi^{10} \times 10^{-19}[W] \times 10^{-19}[W] \times 10^{-19}[W]$



到達予想感度を計算(赤) 0.9~1.1 meVの質量を持つHPDM に対し世界最高感度で探索可能

まとめ

1.標準理論を超えた理論で予言されるHidden Photon Dark matter(HPDM)の探索実験

2.理研の分子分光実験の装置を用い、 $m_{\gamma'} = 0.9$ ~1.1 meVのHPDMを探索

3.Live Timeで50分間測定することにより、 $m_{\gamma'} = 0.9 \sim 1.1 \text{ meV}$ のHPDMに対し世界最高感 度で探索可能