

# DARWIN/XLZD: a future xenon observatory for dark matter and other rare interactions

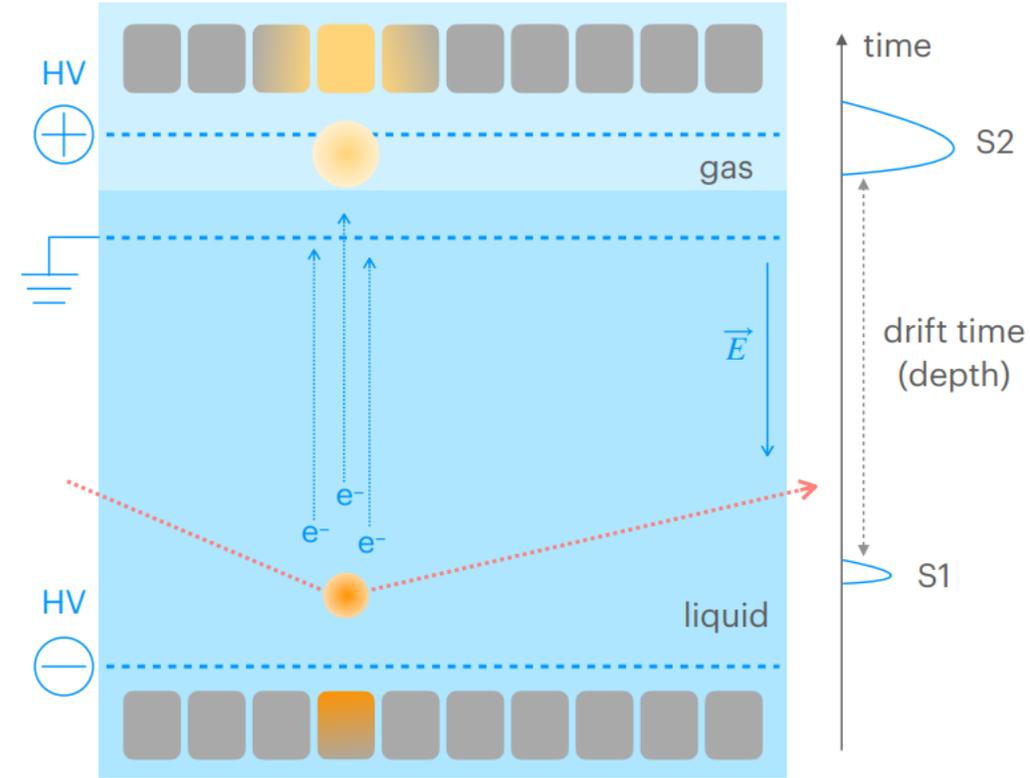
Laura Baudis

# 概要

- DARWIN/XLZD実験は数十トンの液体キセノンを用いたTPC。
- Weakly Interacting Massive Particles (WIMPs)の観測を目的とし、低エネルギーかつ低バックグラウンドでの検出を実現できる。
- この論文では実験のコンセプトと計画、現在行われている実証実験について述べている。

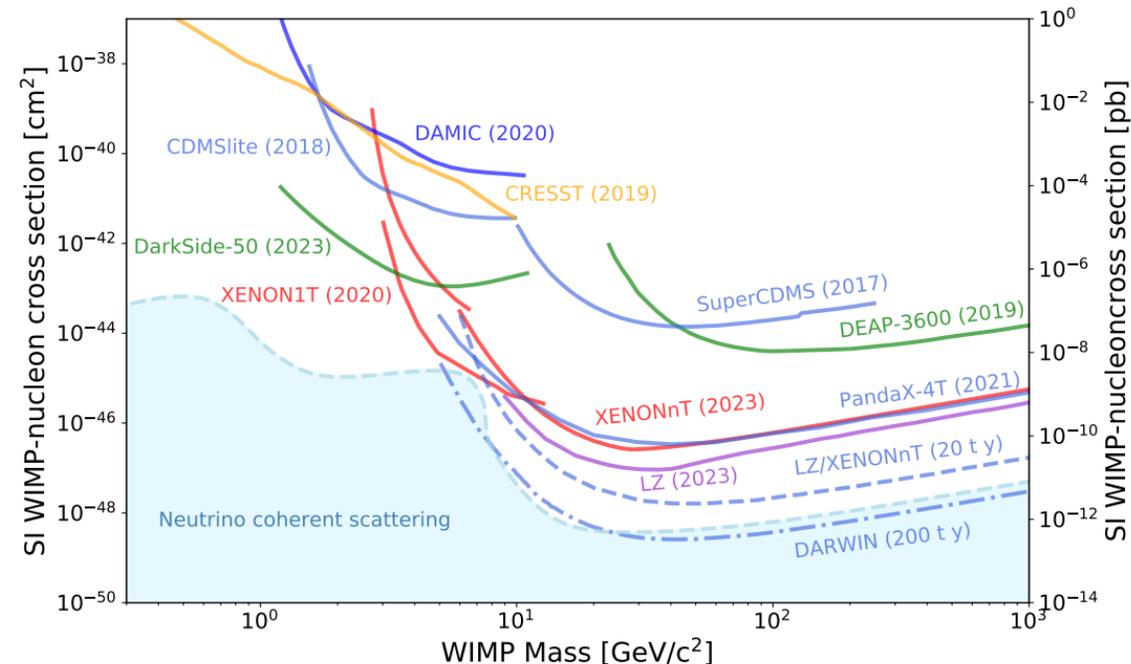
# 2相キセノンTPC

- TPCに使われるキセノンは液相と気相を持つように設計され2種類のシンチレーション光を検出する。
- 反応によって動く粒子そのものによるシンチレーション光 (S1) は上下のアレイで観測される。
- 弾き飛ばされた電子は電位により移動し、気相まで運ばれてシンチレーション光 (S2) を発する。この光子は上部のアレイで観測される。



# 2相キセノンTPC

- S1とS2の比率は起きるイベントによって変わるため、判別に利用することが出来る。
- 数GeVのWIMPsを想定すると高い感度を持つ（図1）。
- エネルギーの閾値が1keV程度であり、他の観測にも転用することが出来る。
- 3次元情報によりイベントの起こった地点を定める。



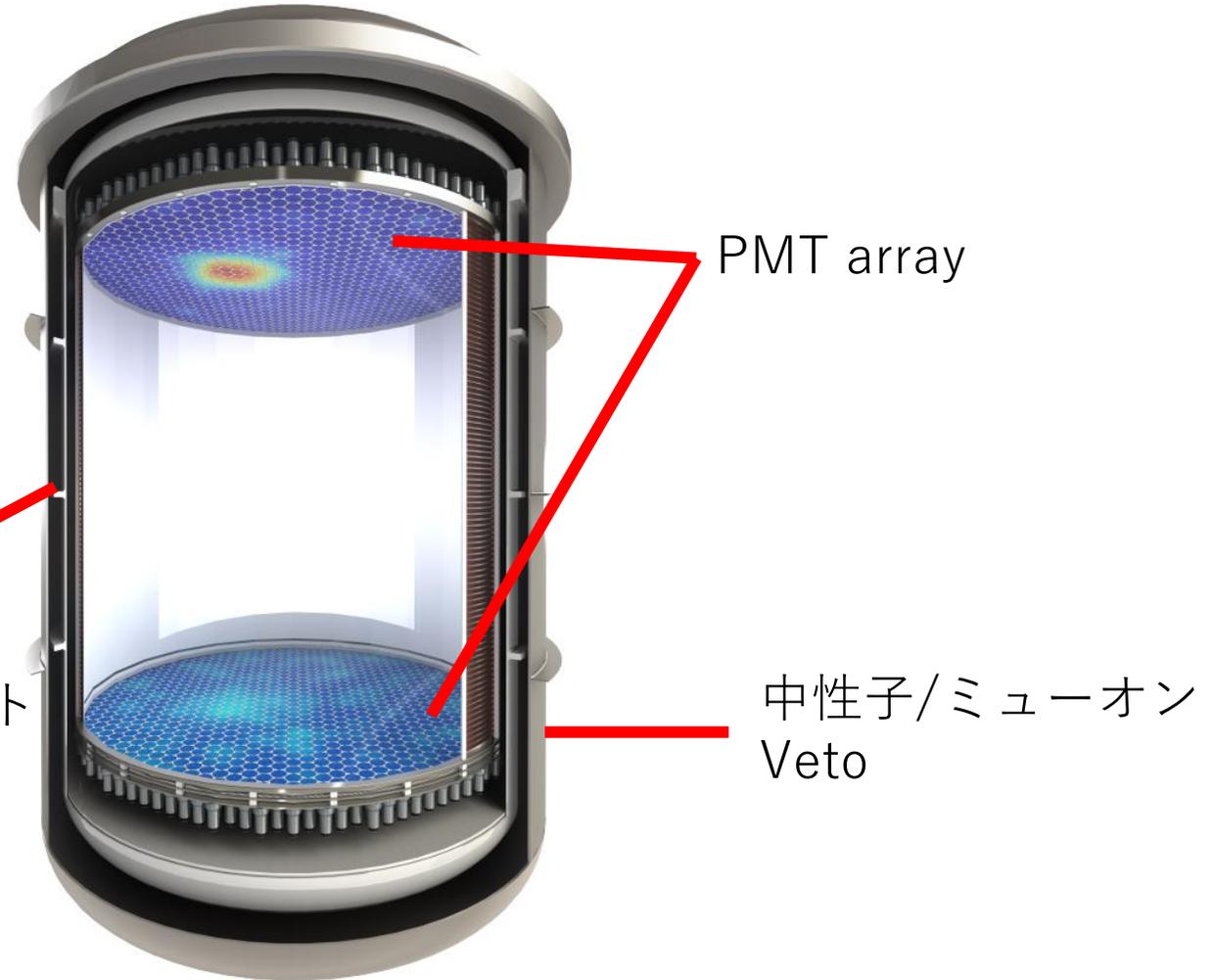
# バックグラウンド

- 液体キセノンTPCはキセノン自体が遮蔽物となるため容量を増やすにつれWIMPsへの感度が上がる。
- 太陽ニュートリノの散乱を下回ることを目標とすると、  
 $^{222}\text{Rn} : 100\text{ppq}$  (currently  $50\text{ppq}$ )  
 $^{85}\text{Kr} : 0.1\mu\text{Bq}$  (currently  $0.8\mu\text{Bq}$ )  
となる。
- 中性子を防ぐために地中深くで実験を行い、ミューオンを抑制するために水チェレンコフシールドで囲んでいる。
- 太陽ニュートリノや大気ニュートリノもバックグラウンドとなるが、逆にこれらを目的とした探索にも活用できる。

# The DARWIN/XLZD Project

- 直径2.6m × 高さ2.6m  
(直径3m × 高さ3m)
- 計1910本のPMT
- 40tのLxeを使用
- Lxeは極低温蒸留と液相精製を行い純度を上げている。
- 電極についてはLZ実験時に特殊なメッシュ編みのものを作成したが、巨大化に伴い実証実験が必要

チタン製二重壁  
クライオスタット



# 技術開発・実証実験

- チューリッヒのXenoscope facilityでは高さ2.6mのTPCで電子雲の拡散と液体キセノン中での光減衰を測定。
- フライブルグのPancake facilityでは直径2.6mのTPCで電極のテストを行っている。
- 現在のPMTに代わるものとして真空紫外PMTやデジタルSiPM、2×2フラットPMTs (Hamamatsu R12699)、ハイブリッド光センサー、気泡アシスト液体ホールマルチプレイヤーの開発も進めている。

# まとめ

- 2相キセノンTPCを用いてダークマターの候補であるWIMPsの観測実験が現在も行われているが、その発展形としてDARWIN/XLZDプロジェクトが進行している。現行よりも2倍近くの $3\text{m} \times 3\text{m}$ のものまでが計画されており、キセノンの積載量は最大80tにもなる。この改良のための技術研究が進められている。
- 同時にニュートリノ物理学など別の分野でも寄与することが期待されている。