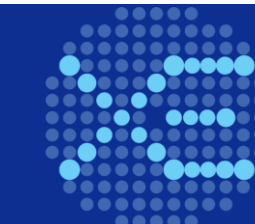


XENONnT実験における中性子反同時計測のためのレーザーを用いた光学特性直接評価

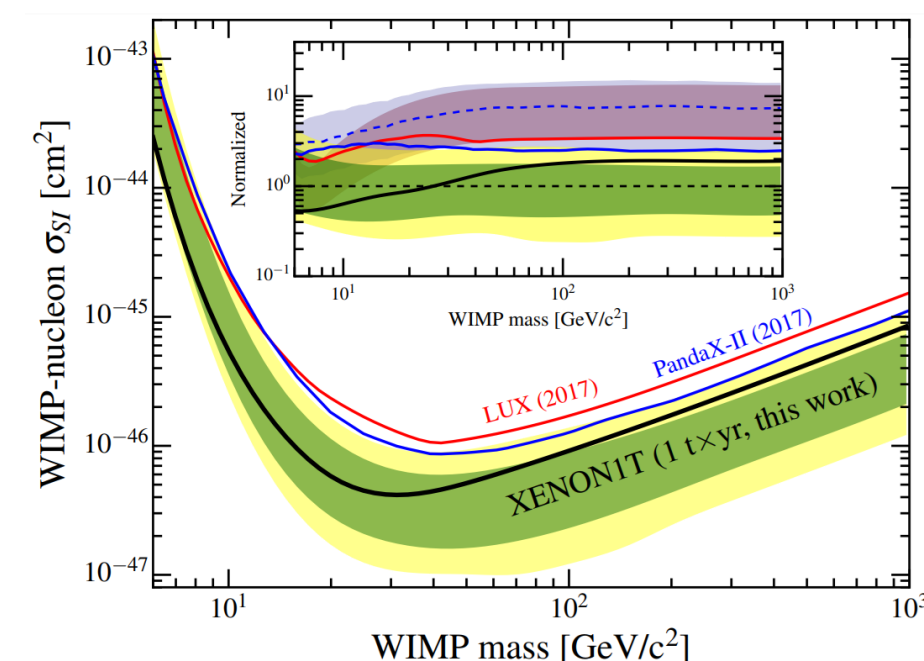
前田剛志 (神戸大理)、XENON collaboration



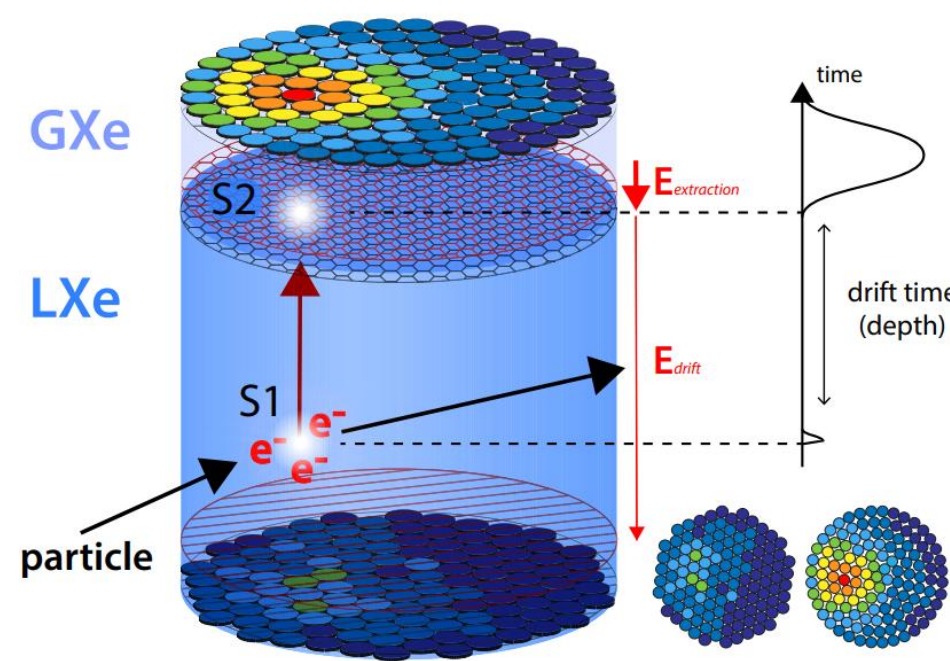
XENON

1, 暗黒物質とXENONnT実験

- ・ 暗黒物質は世界中で直接探索されており、WIMPは有力候補
- ・ XENONnT実験は液体/気体Xeを用いた2相式TPCを使用



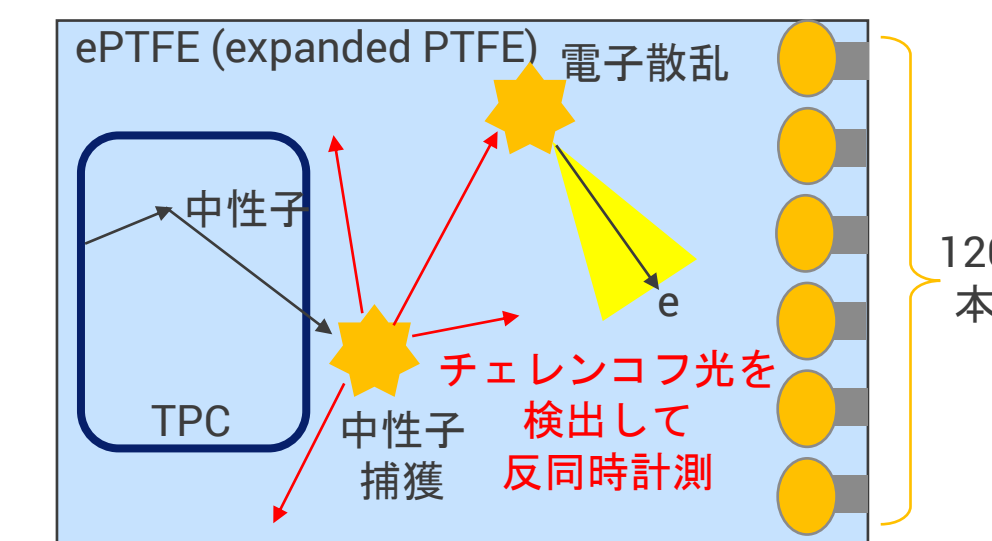
XENONnT実験による散乱断面積への制限
E. Aprile et al., Phys. Rev. Lett. 121, 111302 (2018)



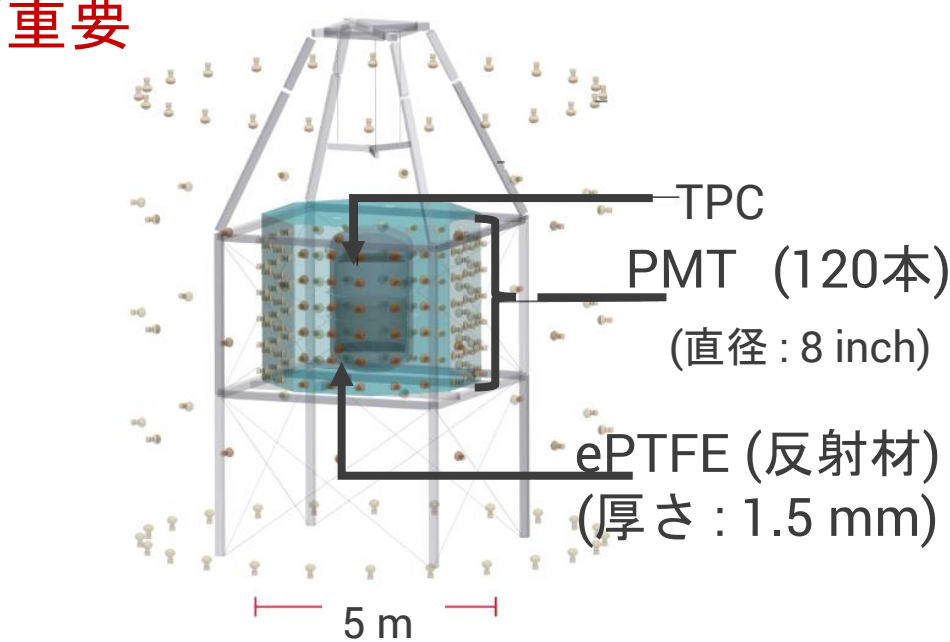
XENONnT検出器の概念図
<http://www.xenon1t.org/>

2, nVetoシステム

- ・ 質量比0.2%のGd水を700 t使用
- ・ Gdの中性子捕獲を利用して中性子事象をタグ
- ・ 中性子タグ効率の正しい理解が重要



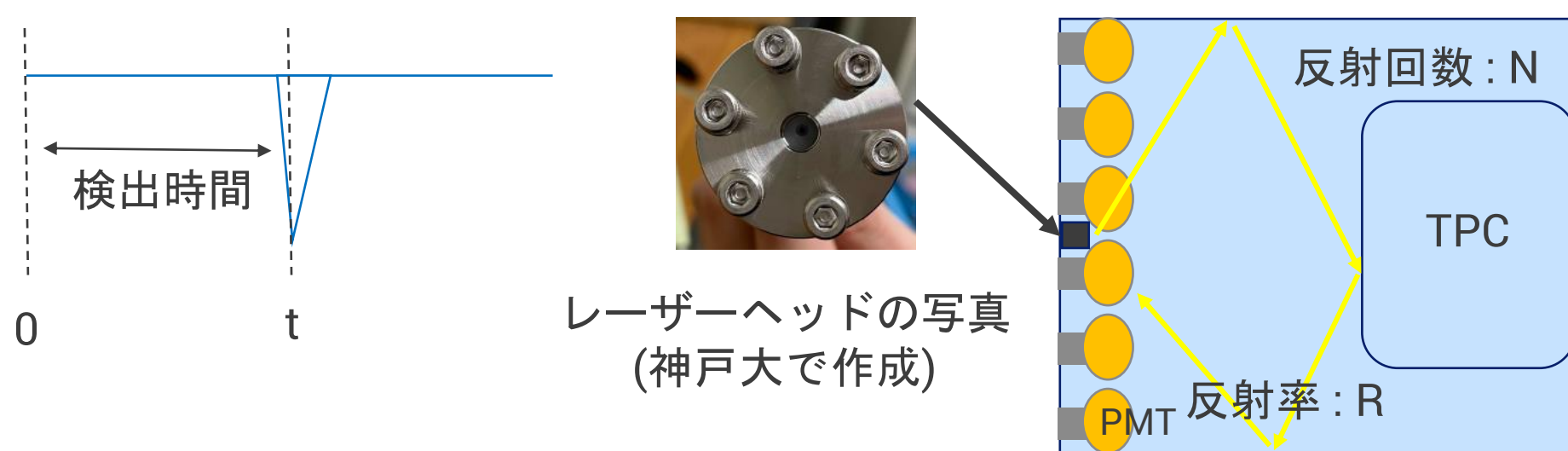
nVetoシステムの仕組み



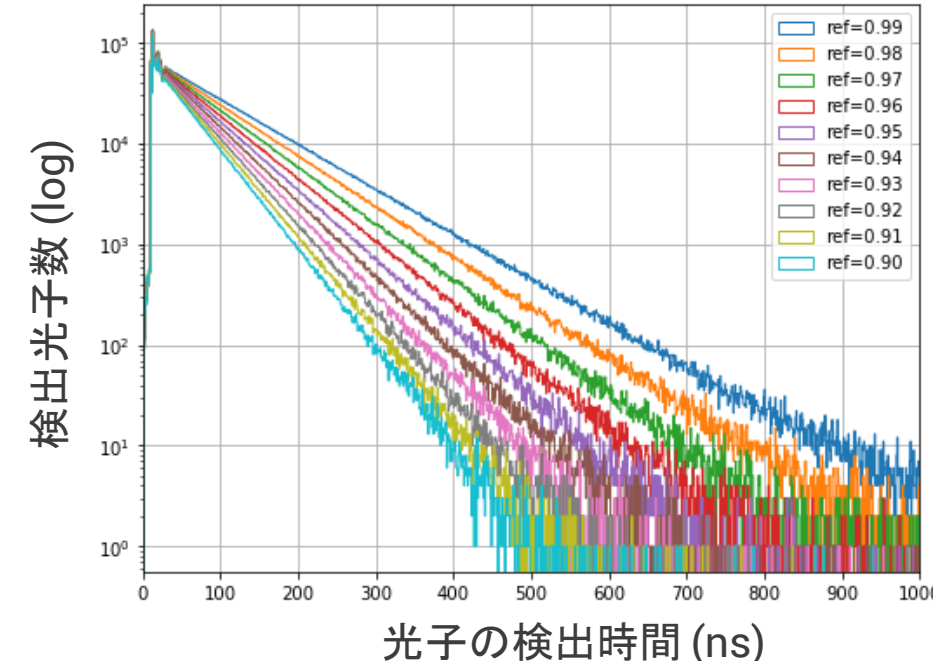
nVetoシステム (XENON collaboration)

3, 中性子タグ効率と反射率

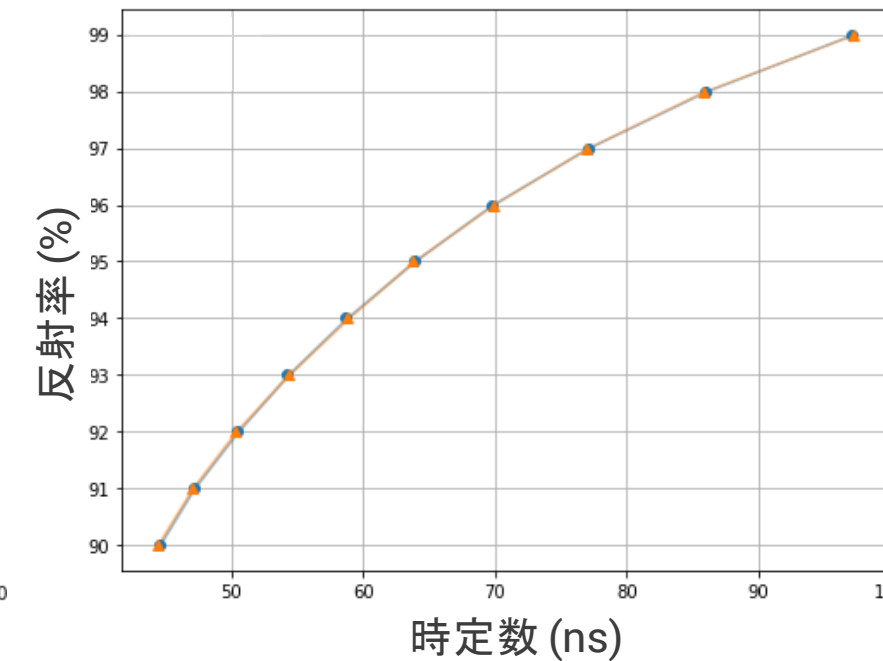
- ・ MCにより反射率低下に伴いタグ効率が低下することが判明
- ・ ePTFEに向けてレーザー光を照射し、反射率を決定



レーザーヘッドの写真
(神戸大で作成)



MCで照射した光子の検出時間分布

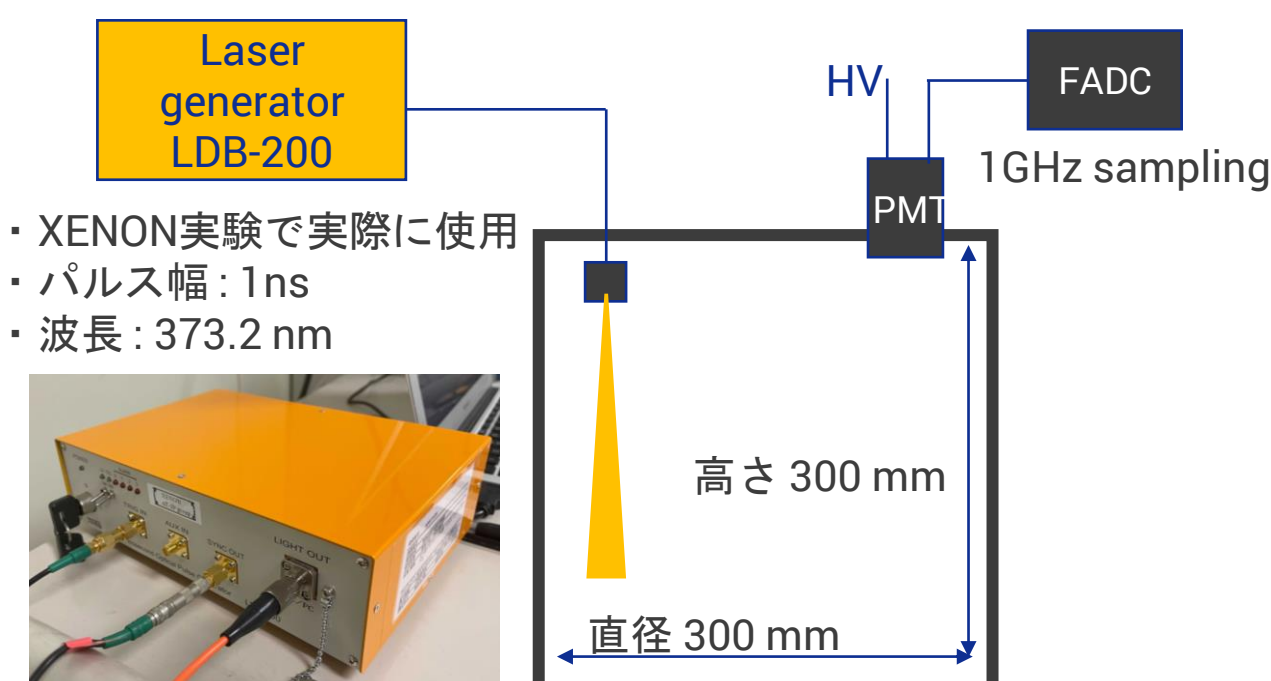


MCで得られた時定数と反射率の関係

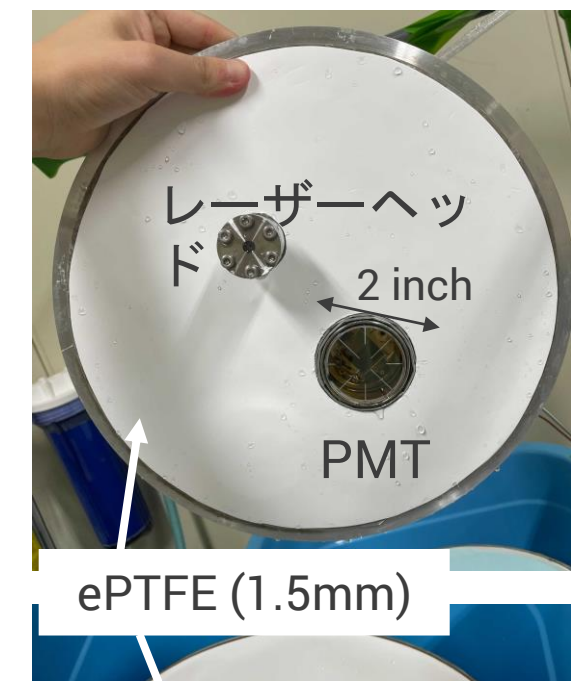
時定数を求めることにより反射率を決定

4, 反射率測定原理検証実験

- ・ ePTFE, PMT, 純水のみで構成された光学系を構築
- ・ 1光電子イベントを収集し到達時間分布を取得

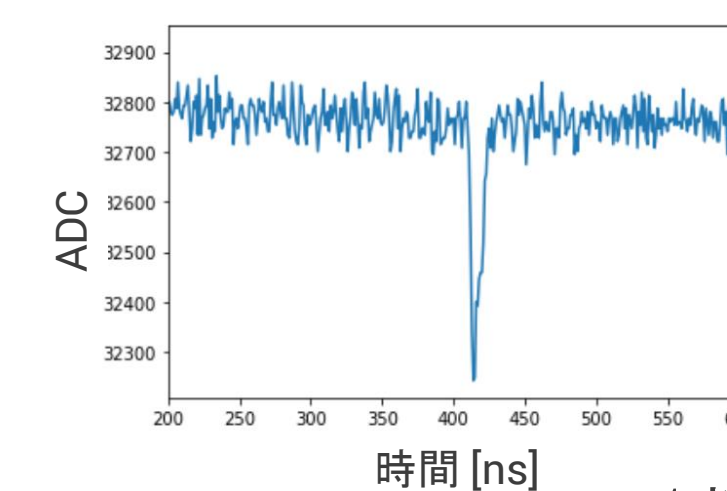


- ・ XENON実験で実際に使用
- ・ パルス幅: 1 ns
- ・ 波長: 373.2 nm

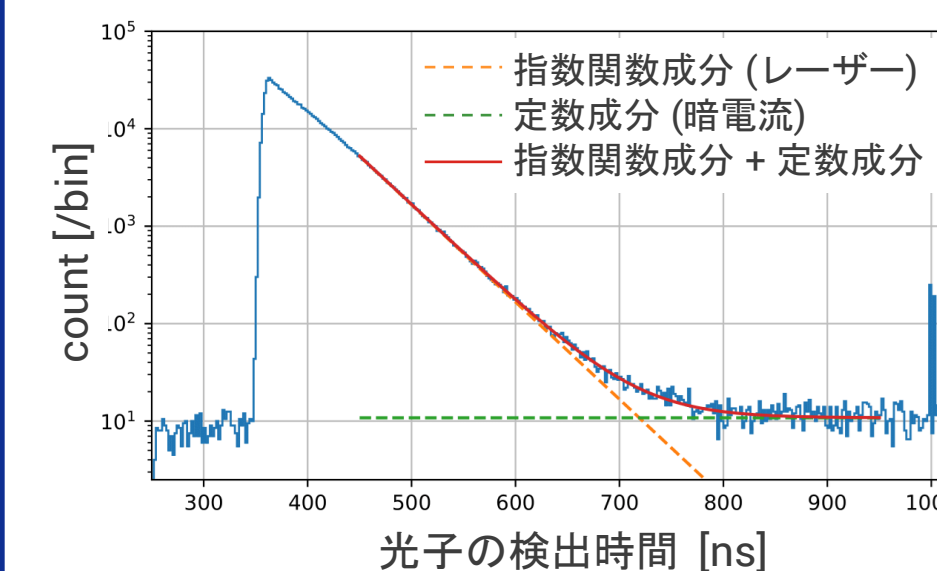
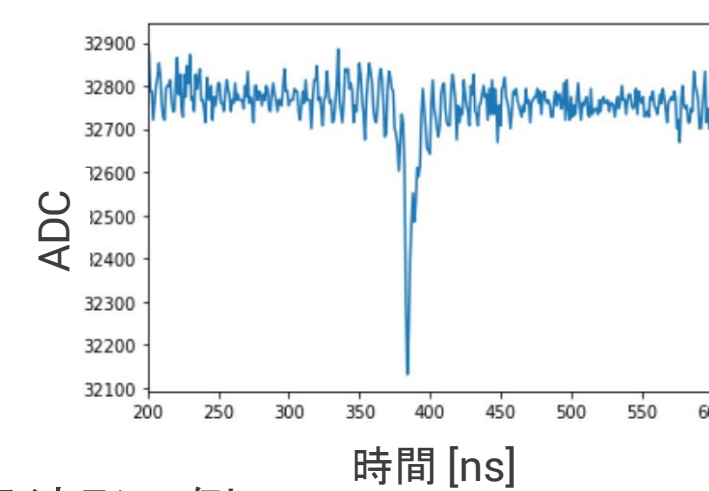


実験に用いた試作機の写真

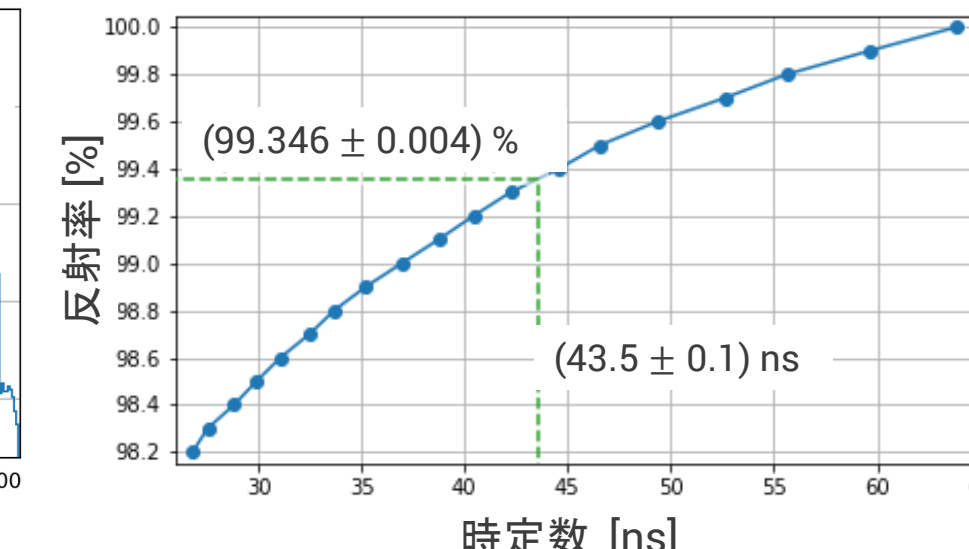
- ・ XENONnT実験と同様の方法で1光電子波形を取得
- ・ 1光電子の検出時間を取得し時定数を求める



1光電子波形の例



レーザー光の検出時間分布



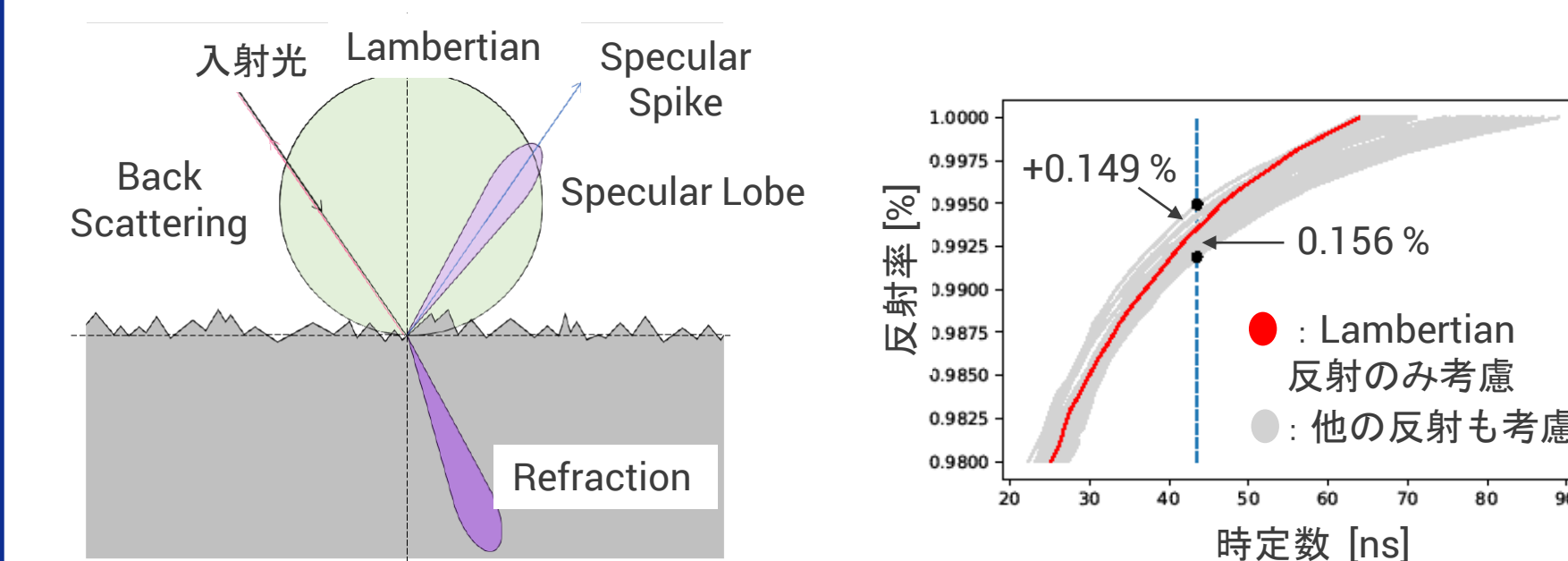
時定数と反射率の関係 (MC)

- ・ 指数関数成分をfittingして得られた時定数は 43.5 ± 0.1 ns
- ・ 対応する反射率は $99.346 \pm 0.004\%$

測定原理検証および反射率定量評価の達成

5, 系統誤差評価

- ・ 反射モデルとしてLambertian反射に加えてSpecular Lobe反射も考慮する



反射モデル (Geant4のUnified model)

反射モデル起源の系統誤差は以下となる

$$99.346 \pm 0.004 \pm 0.149 \pm 0.156 \%$$

6, まとめ

- ・ 暗黒物質を直接探索するため、XENONnTが建設され、現在コミッショニング段階である
- ・ 原子核反跳する中性子バックグランド対策としてnVetoシステムが導入された
- ・ nVetoシステムのタグ効率はePTFEの反射率に依存する
- ・ レーザーをePTFEに反射させて検出時間を測定し、時定数を求めることにより反射率をモニタ出来る
- ・ 試作機を作ることにより反射率測定原理の検証を系統誤差評価も含めて行なえた