

KamLANDエリアにおける環境放射線測定

東北大学ニュートリノ科学研究センター修士一年 見上万葉

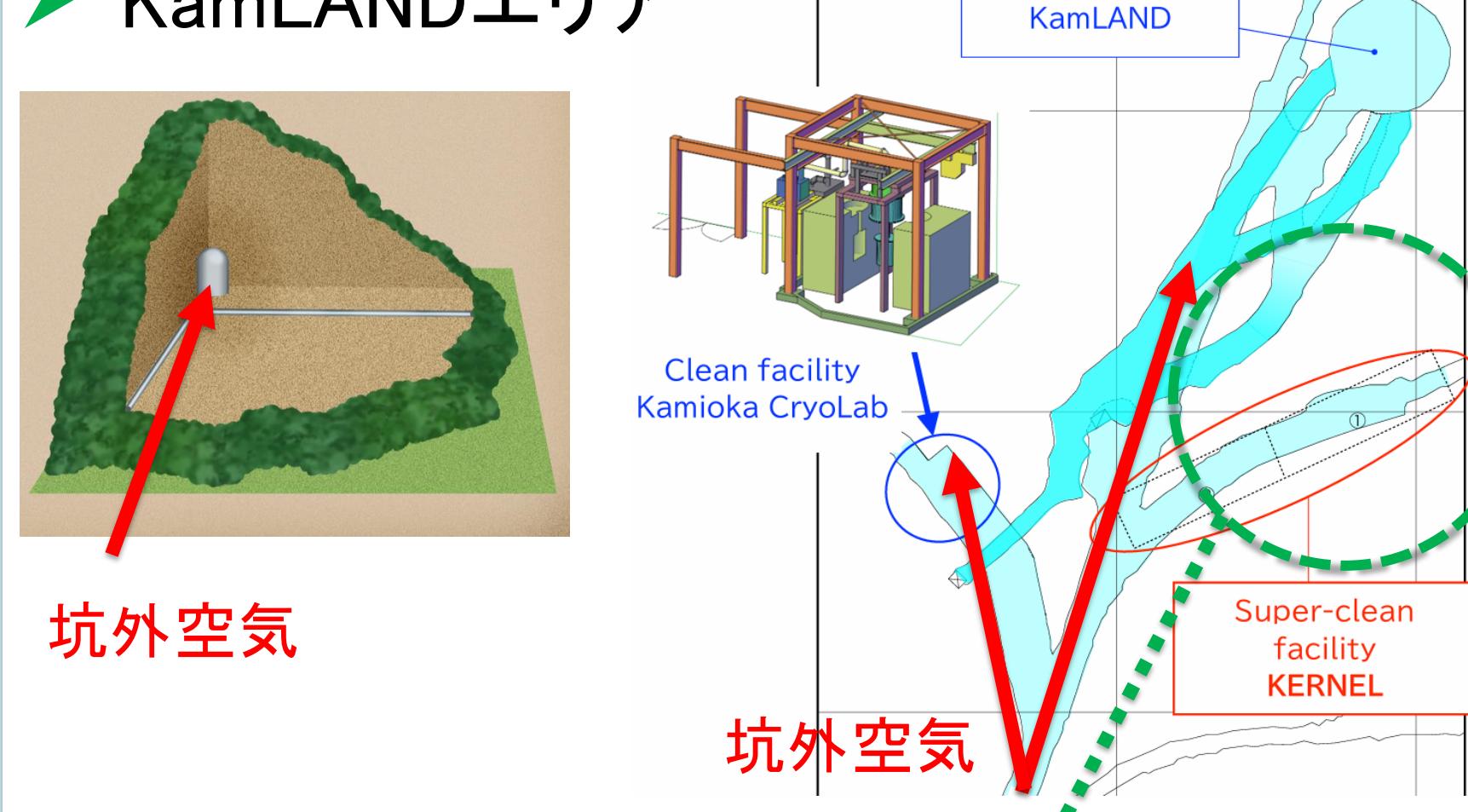
1. ラドン測定

研究背景

地下においてラドン濃度は地上よりも高く、また極稀事象実験においてラドンの崩壊系列により発生する放射線は大きなバックグラウンド

→ ラドン濃度を測定することが重要

KamLANDエリア



坑外空気

- KamLANDエリアでは、坑外空気を入れるシステムを導入することでラドン濃度を低減
 $10^3 \sim 10^4 \text{Bq}/\text{m}^3 \rightarrow 10 \text{Bq}/\text{m}^3$
- エリアの一部でしか、ラドンは測定できていない

全域のモニタリングのため
1Lラドン検出器の作成

KERNEL



- KERNELは今月、建設完了予定の新たな地下実験施設
- スーパークリーンルームにおいて、ラドン除去システムを用いて、ラドン濃度 $10 \text{mBq}/\text{m}^3$ にする予定
- ここでは、極低放射能の結晶の作成や検出器の作成などが可能

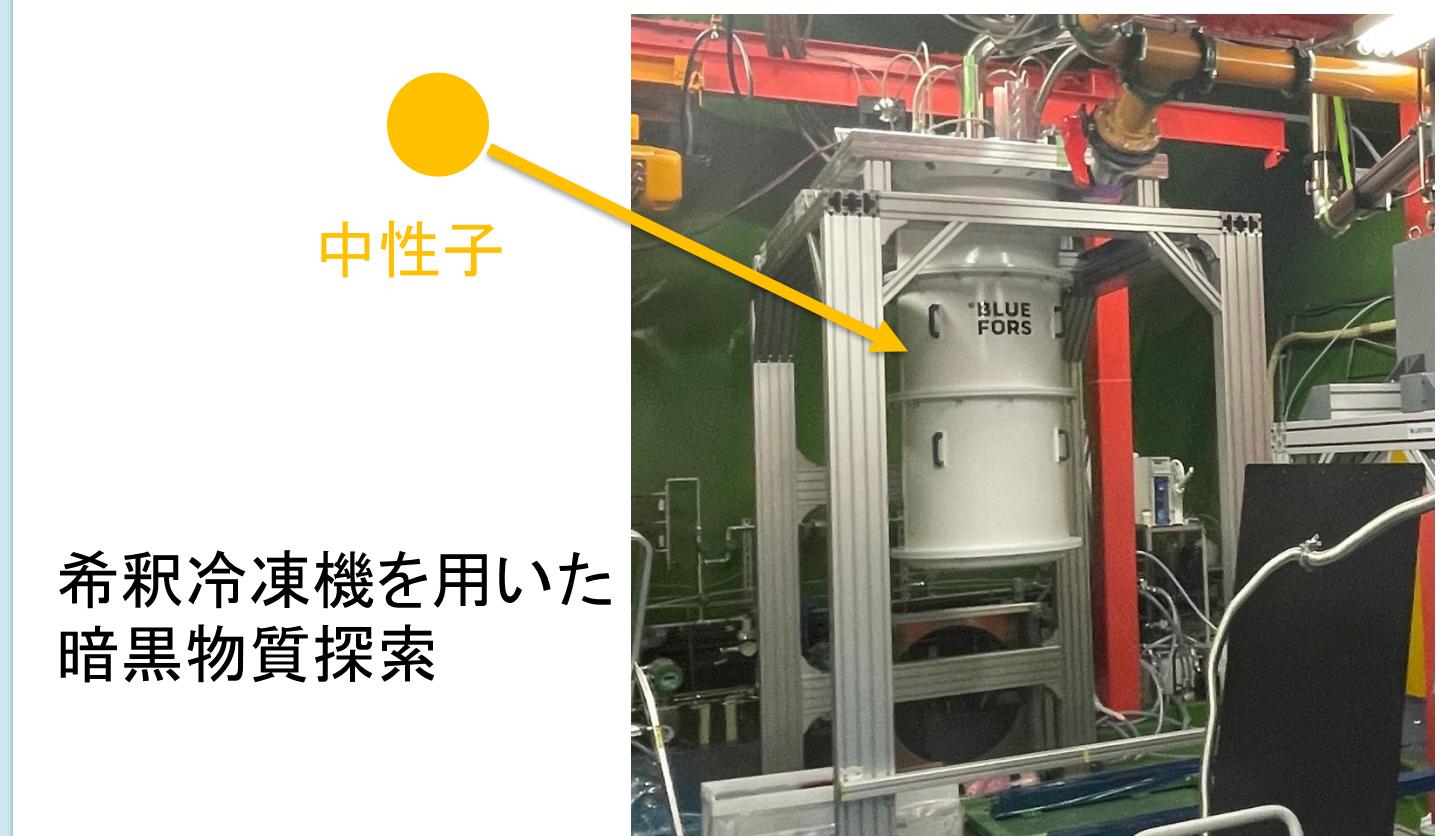
ラドンモニタリングのための
超高感度の検出器の作成を予定

1. 中性子測定

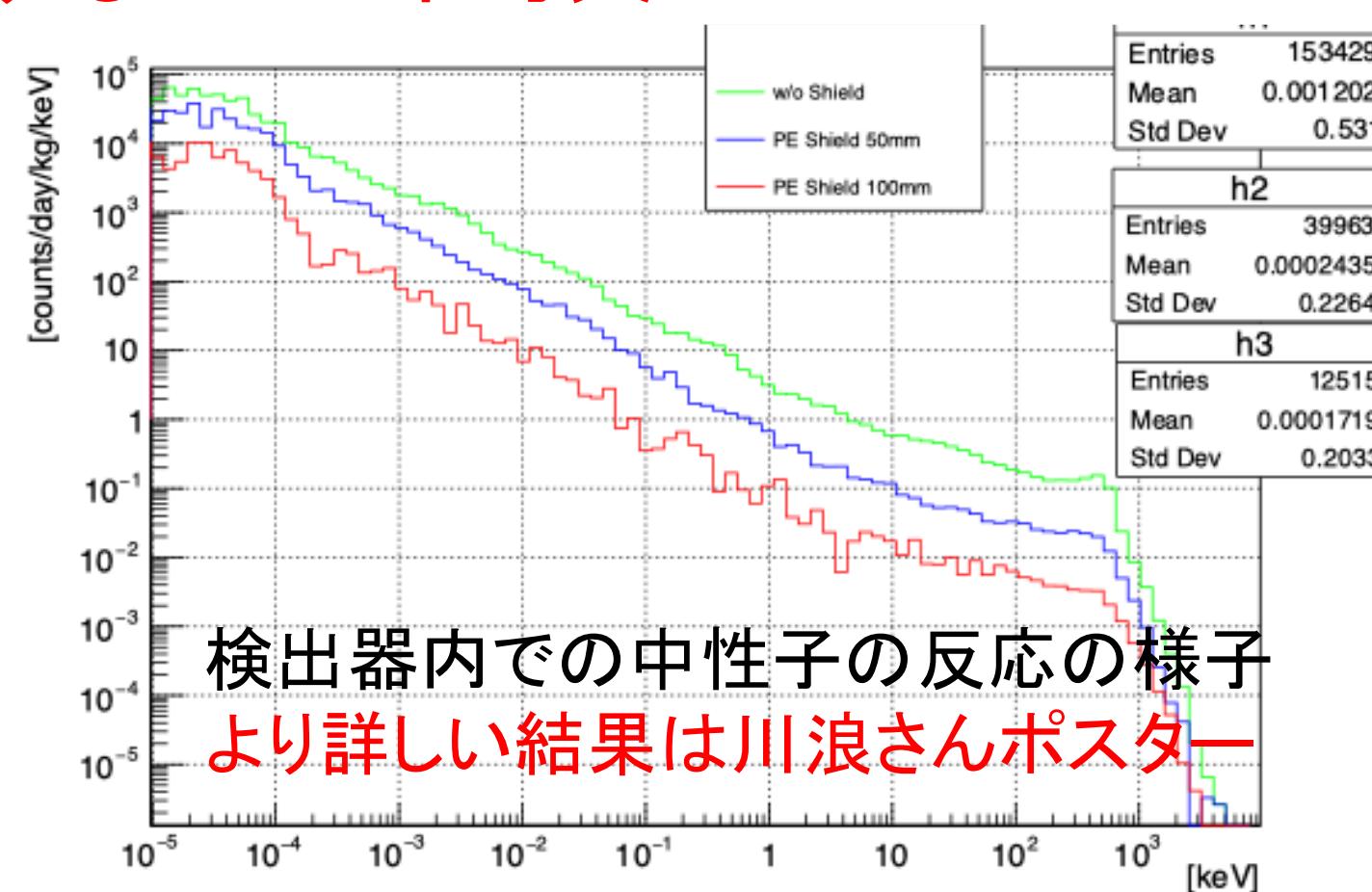
研究背景

暗黒物質の直接探索や、ニュートリノレスニ重ベータ崩壊といった地下実験において環境中性子は重要なバックグラウンド

→ 中性子のフラックスを推定することが不可欠



希釈冷凍機を用いた
暗黒物質探索



環境中性子

発生源は以下の3つ

- 宇宙線ミューオンによる原子核破碎
- U,Th系列によって発生する α 粒子と岩盤との(α,n)反応
- U,Th系列の自発核分裂

KamiokaCryoLabにおける環境中性子の測定のセットアップ、
解析とその結果についてまとめる

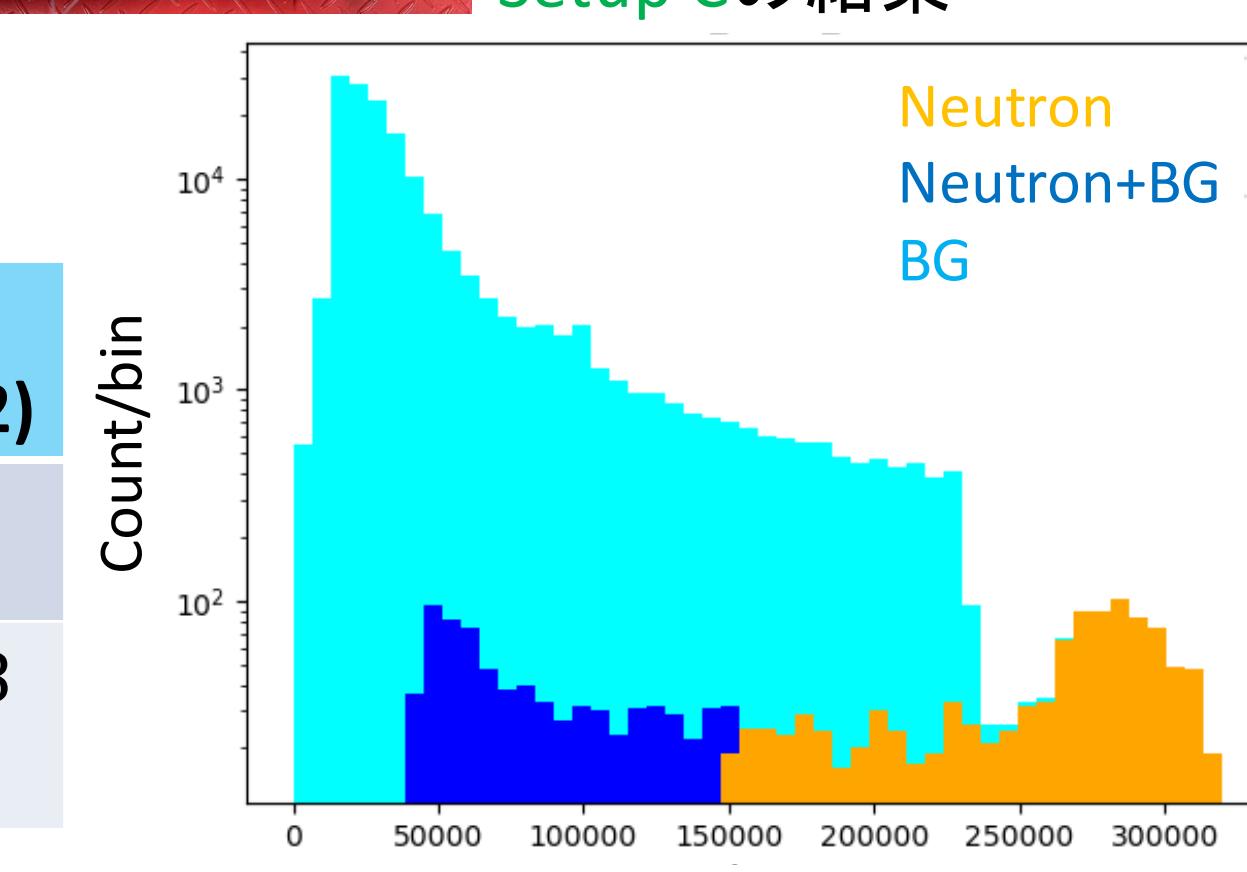
3. CryoLabでの測定

測定内容

KamiokaCryoLabにおいて2024/2~2025/2までの間各セットアップで測定を行った。



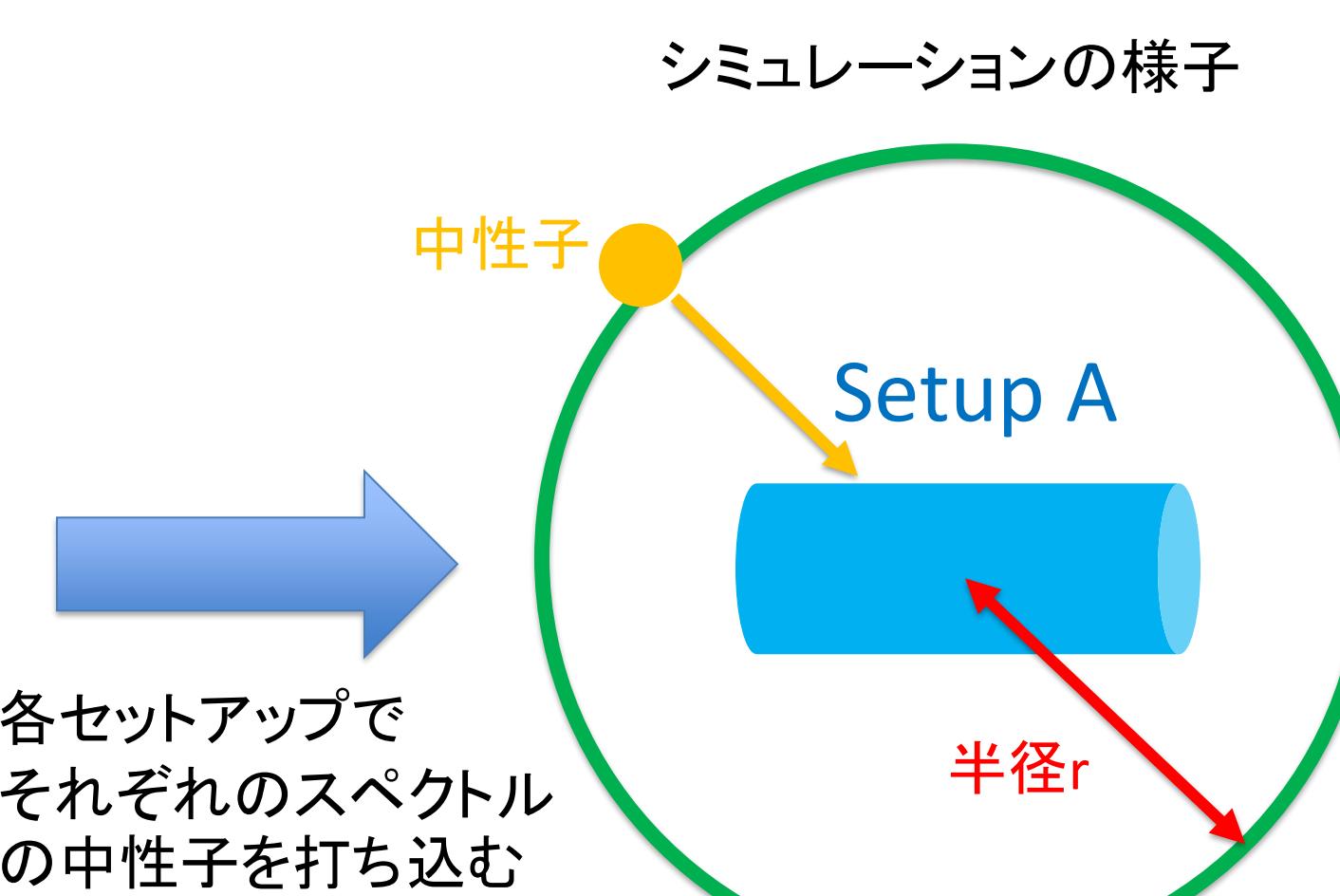
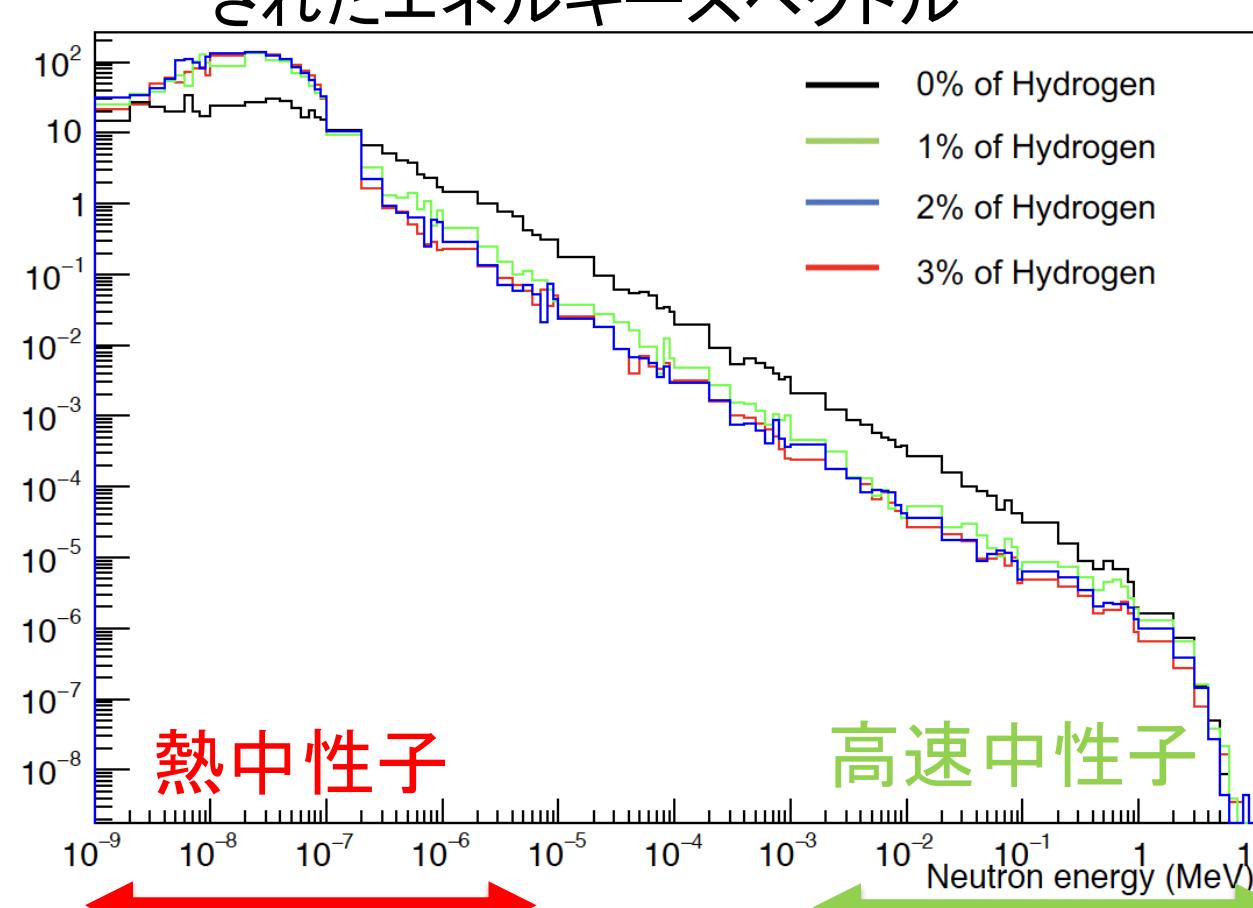
Setup Cの結果



Fluxへの変換

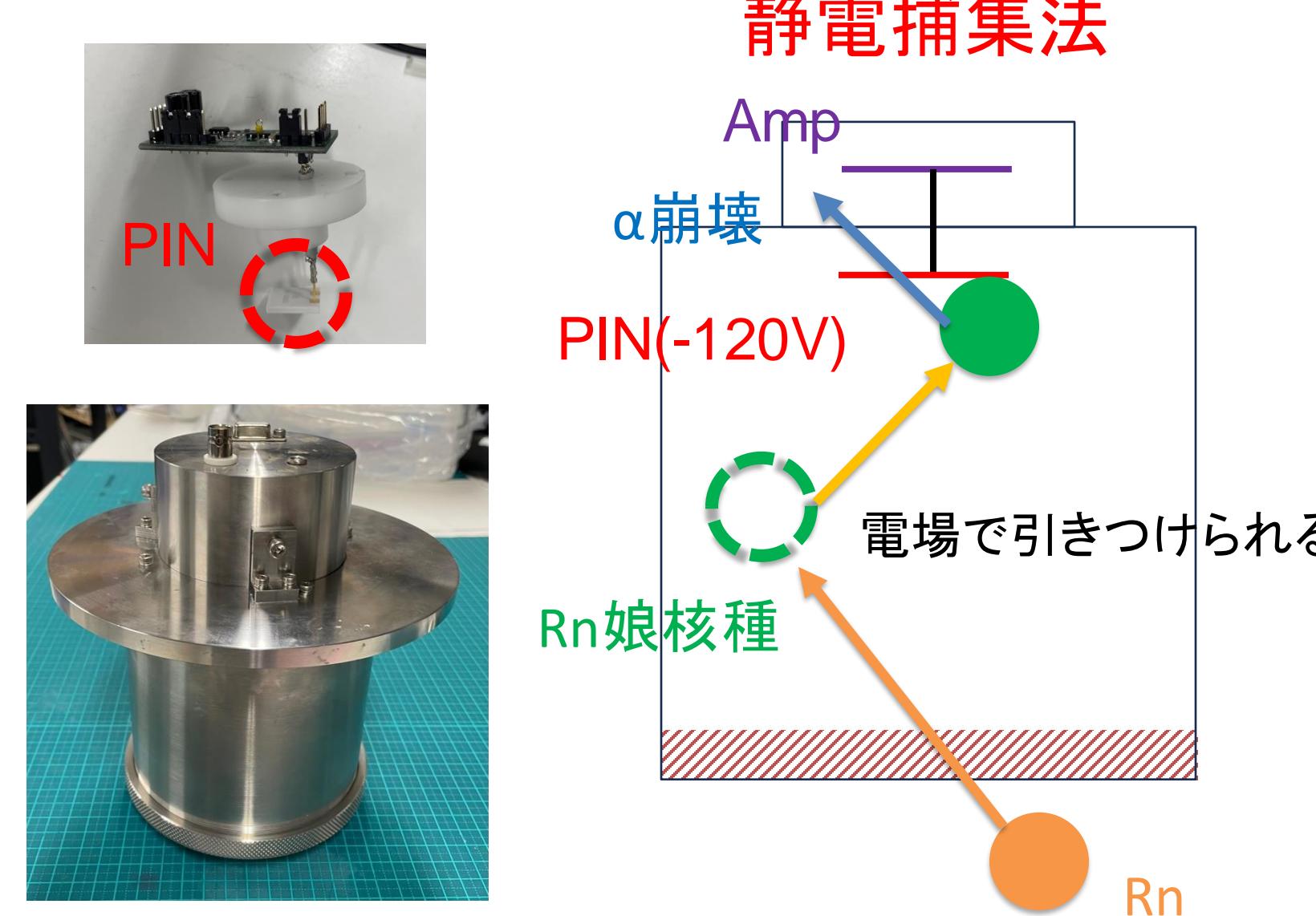
- 得られたレートからフラックスへ変換するためにはスペクトルの情報が必要
- エネルギースペクトルは岩盤内のH含有量により変化
- スペクトルの同定のために、シミュレーション結果と実データの結果で比較、検証

Lab-B(ICRR)の岩盤データから作成されたエネルギースペクトル

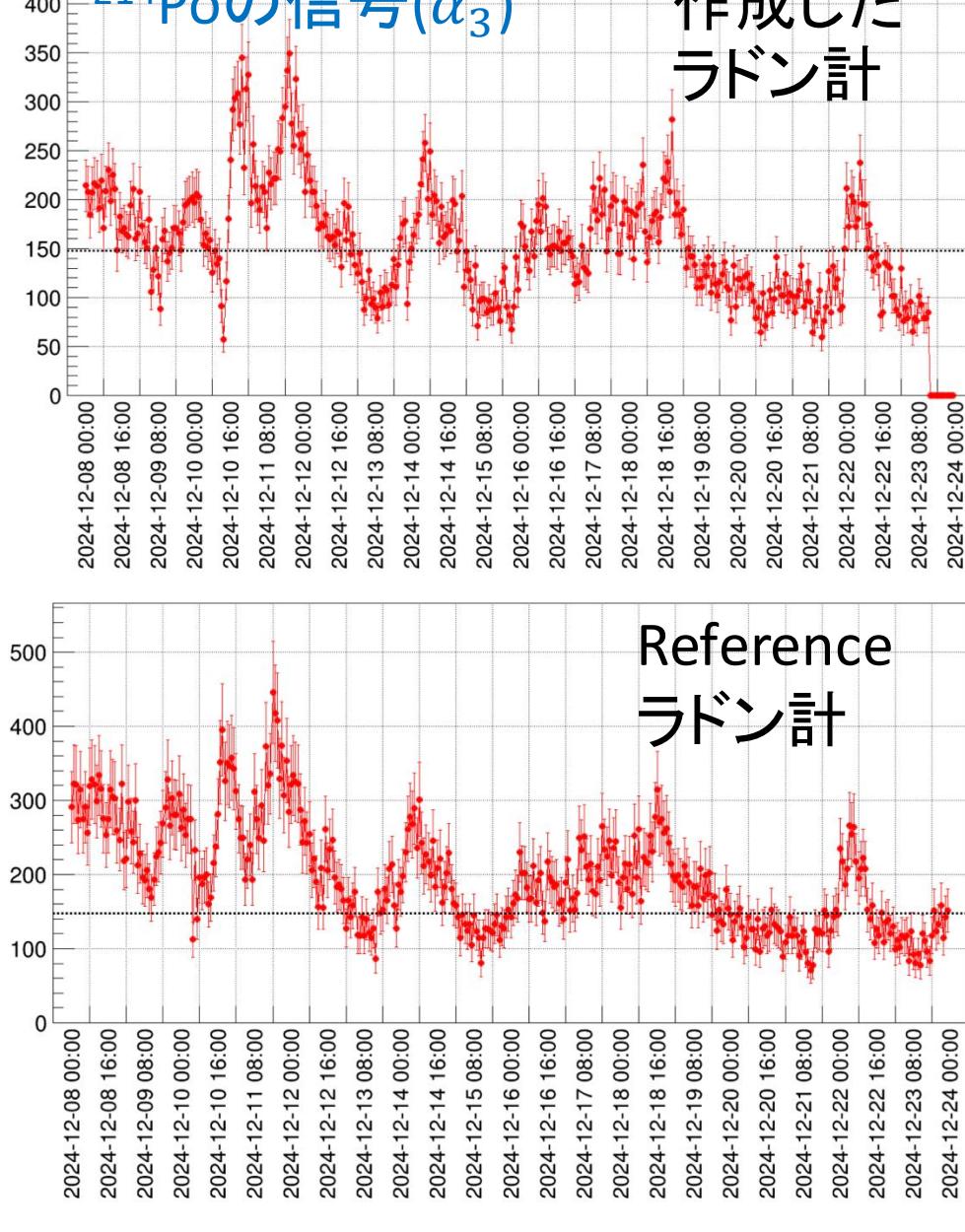
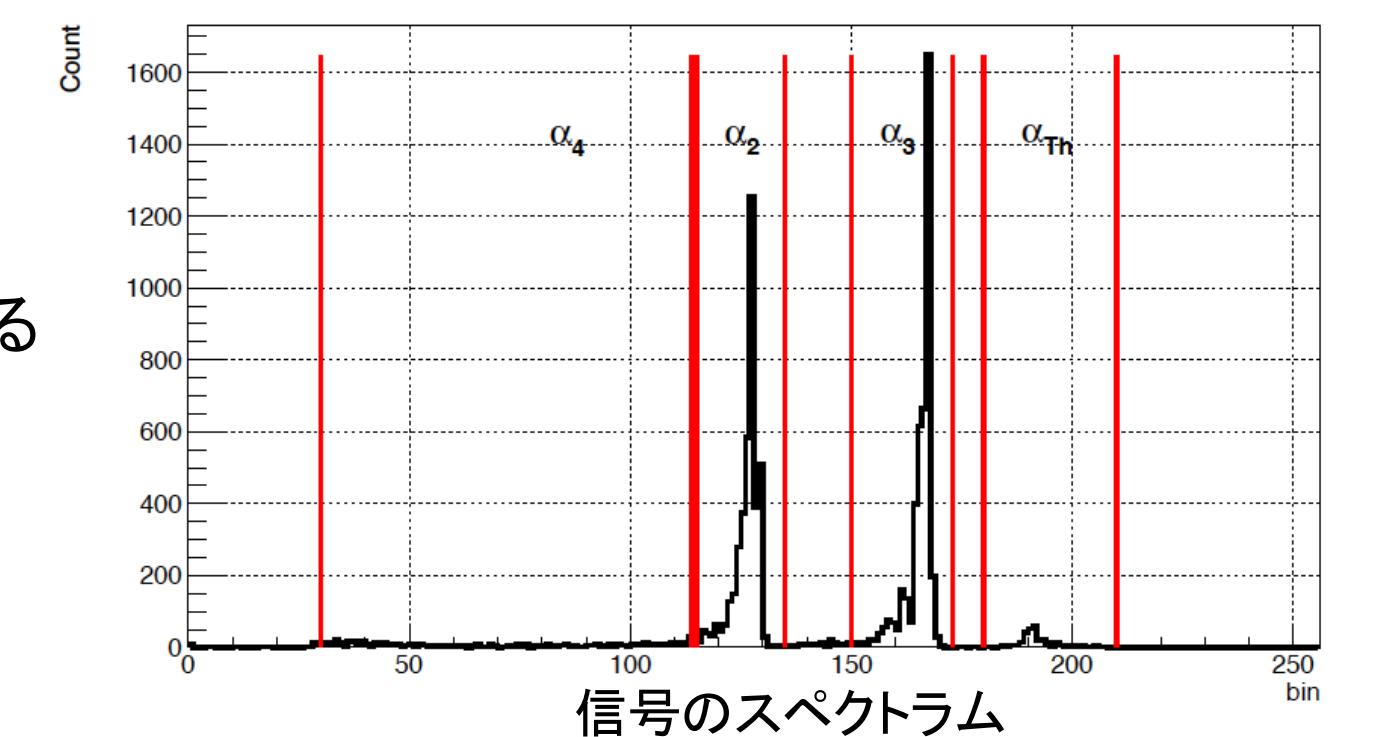


2. 1Lラドン検出器

検出原理



- 左図の静電捕集法を用いて、Rn濃度を測定
- U系列によるRnを検出
- 感度は $0.4 \text{Bq}/\text{m}^3$



作成状況

- 組み立ては完了
- ICRRのギヨムさんの協力の元、神岡坑内で2024/12にキャリブレーションを行った

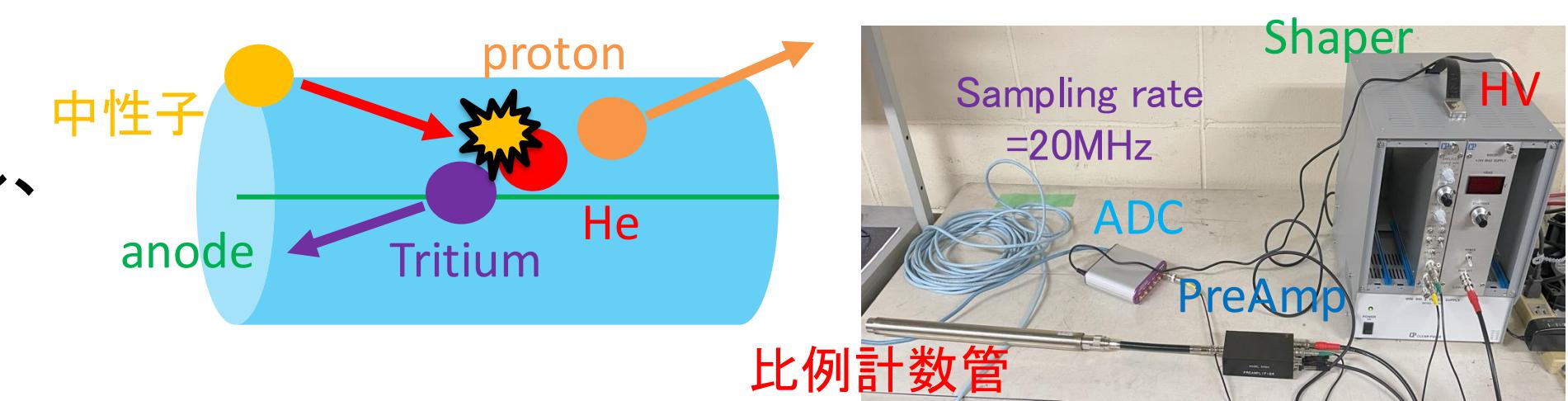
今後の展望

- この一台をもとに複数台作成、KamLANDエリア内の様々な場所に設置、モニタリング
- クリーンルームに設置するため、より大型の超高感度ラドン検出器(感度 $0.37 \text{mBq}/\text{m}^3$)の作成

2. 測定のセットアップ

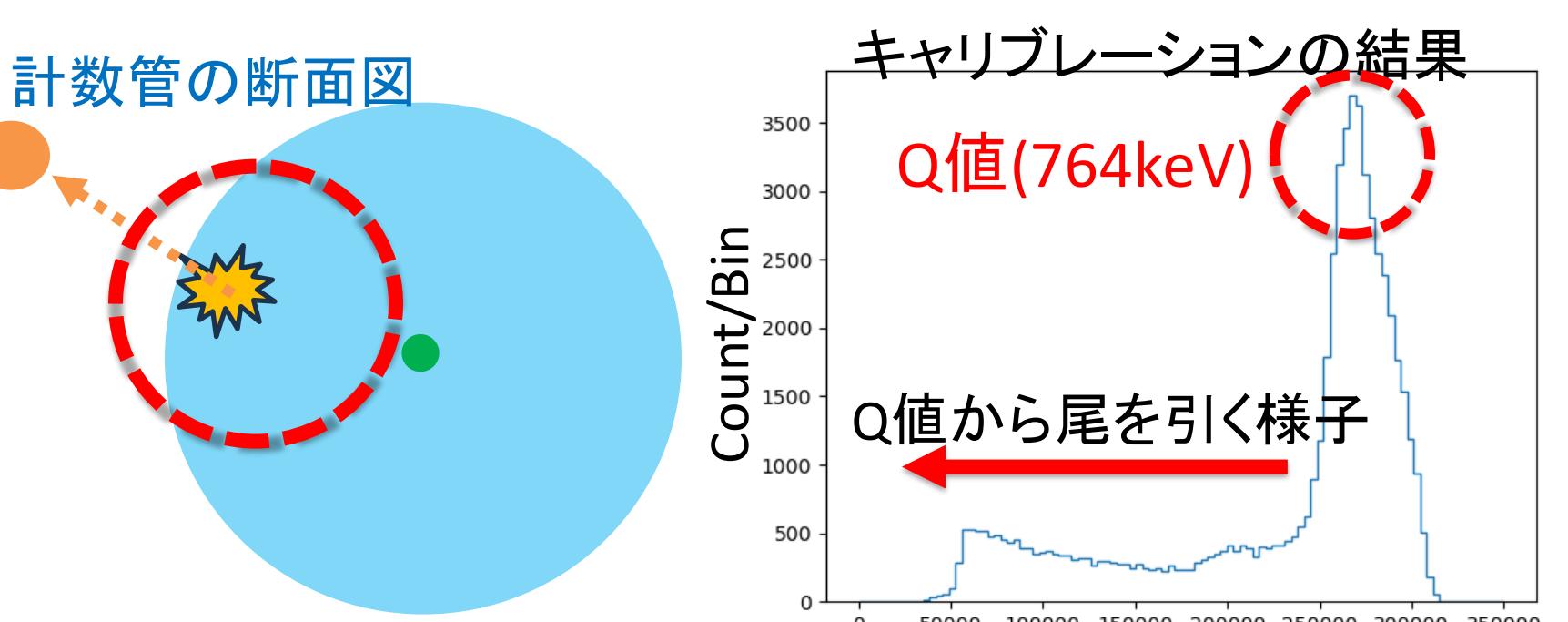
^3He 比例計数管

計数管内のHeが(n,p)反応を起こし、トリチウムと陽子を放出



壁際効果

計数管のふちで反応が起こるとT(0.19MeV),p(0.57MeV)がエネルギーをすべて失う前に外に飛び出す

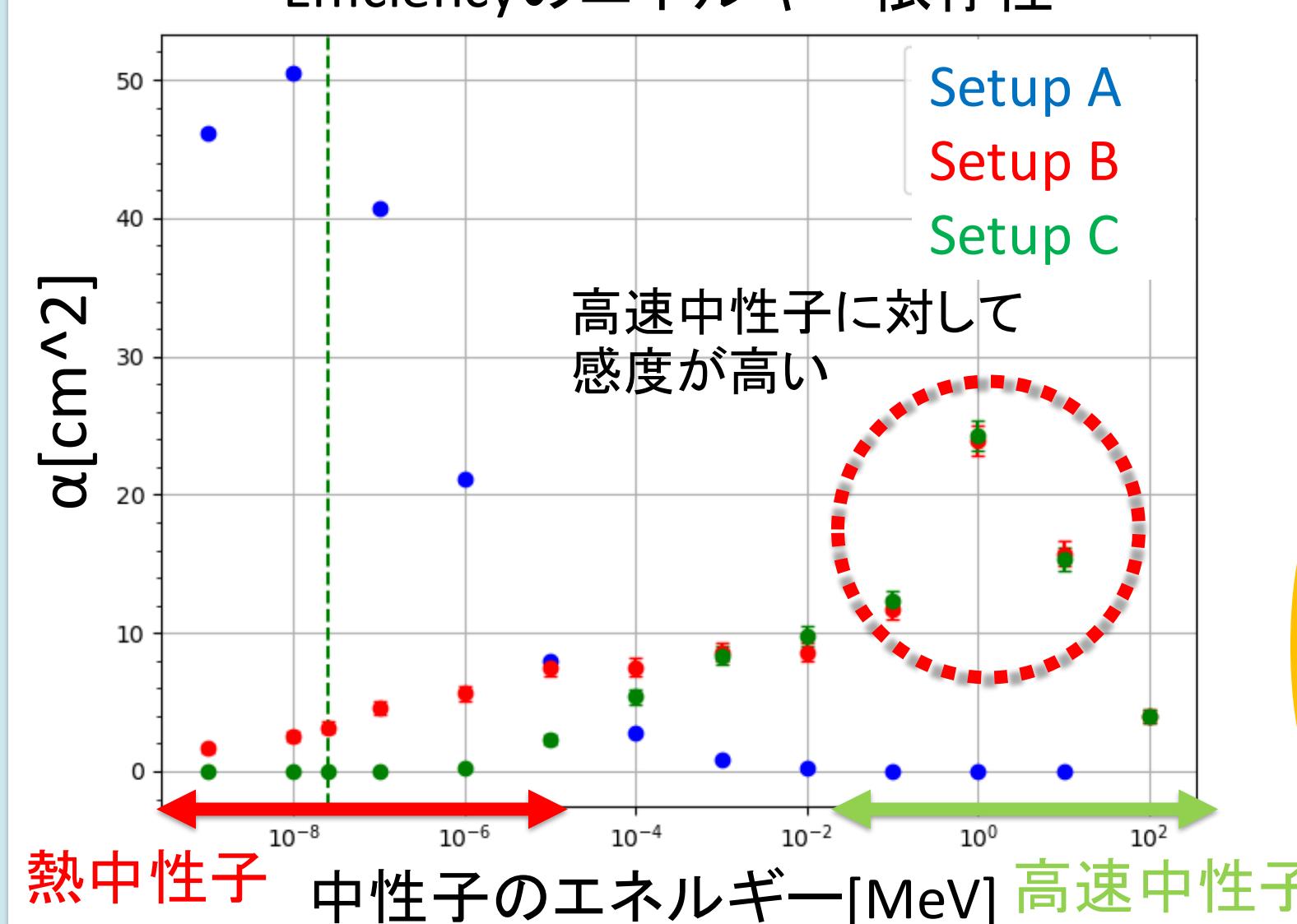


検出器の特徴

熱中性子に対して感度が高い

→ 高速中性子を観測するためには減速材(ポリエチレンなど)が必要

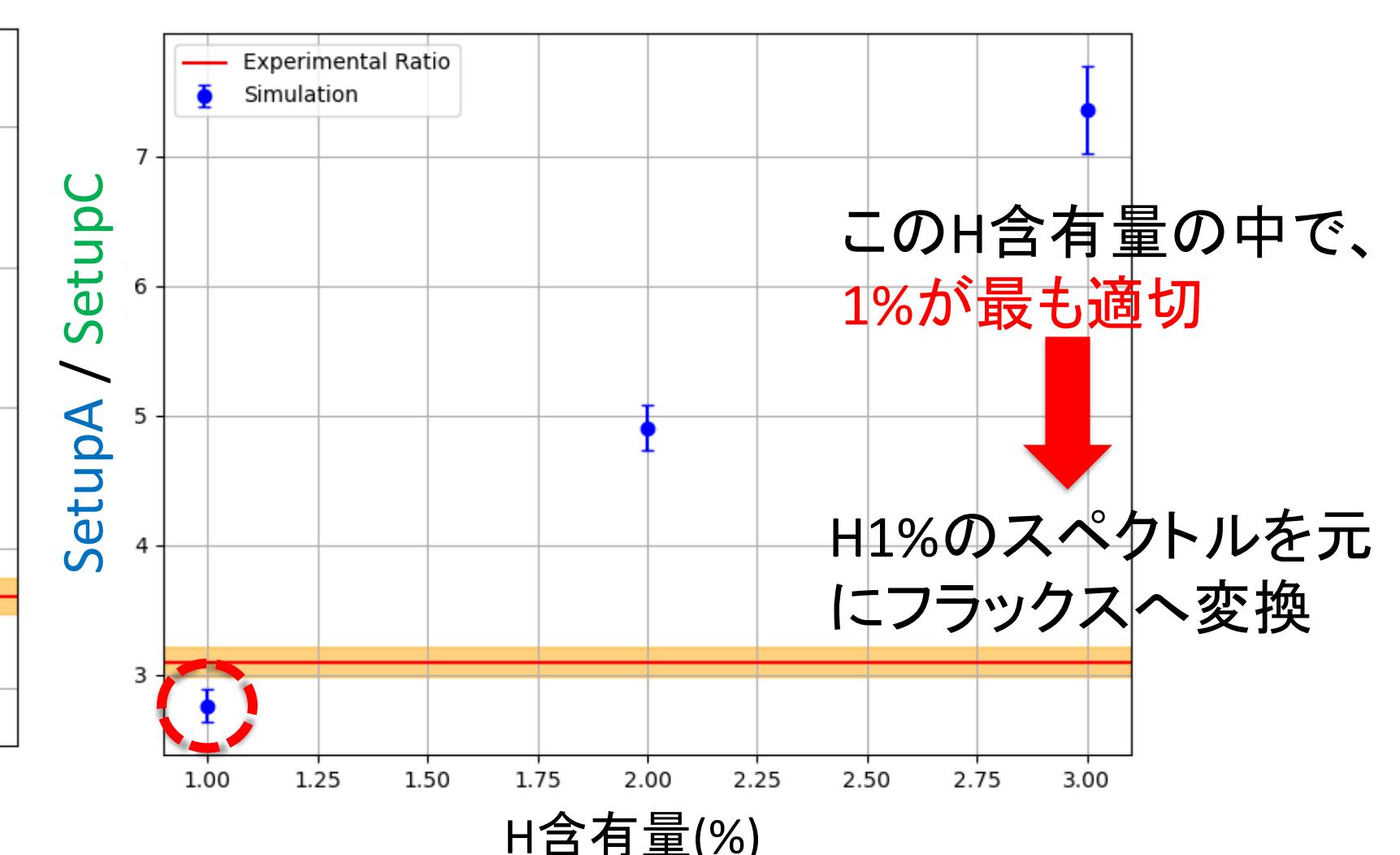
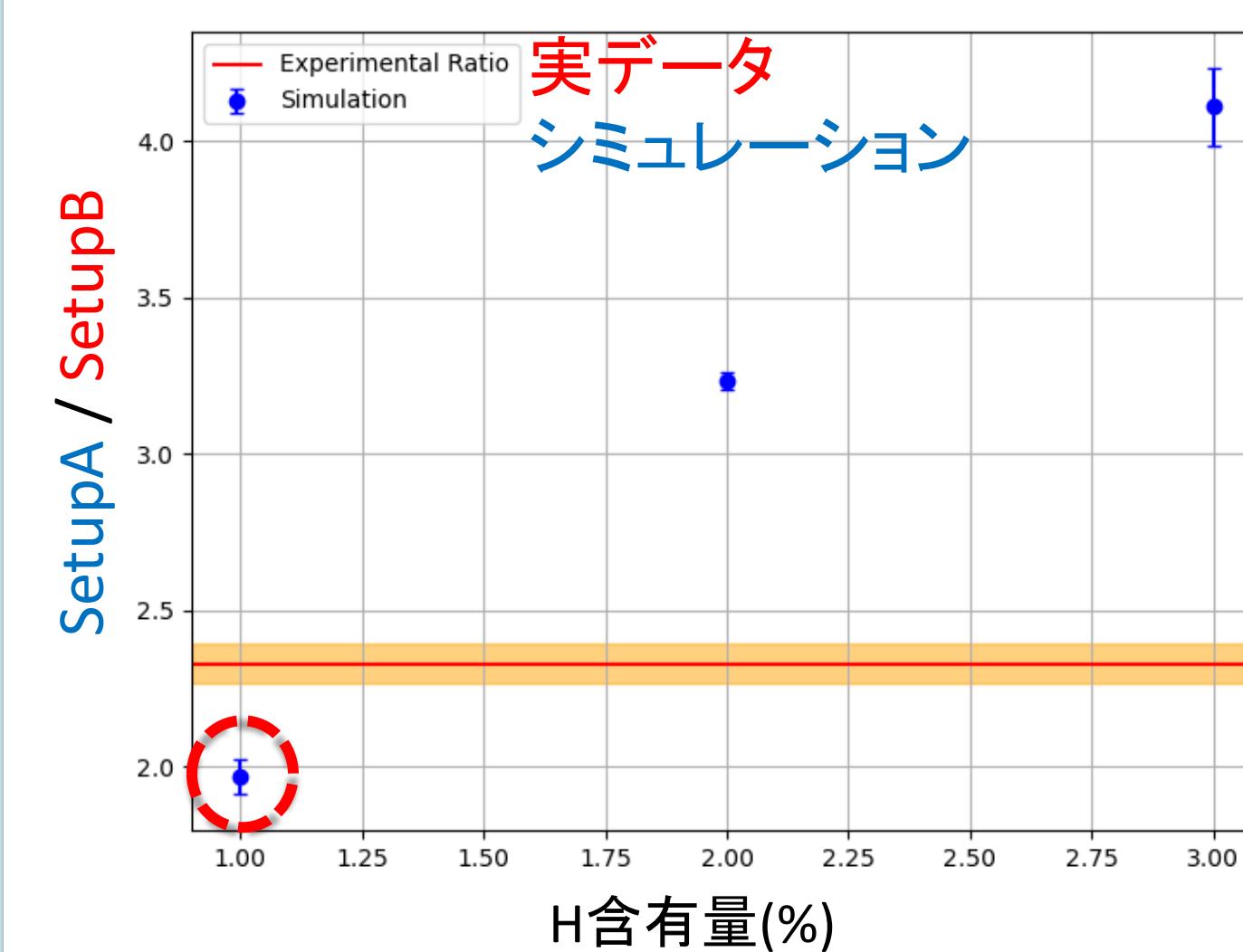
Efficiencyのエネルギー依存性



4. 解析と結果

エネルギースペクトルの検証

- Setup AとSetup Bでの反応数の比と、Setup AとSetup Cでの反応数の比をシミュレーション、実データで求めた



結果と展望

	Total neutron flux ($\times 10^{-5}/\text{cm}^2/\text{s}$)
今回の結果 (CryoLab, 2024) H1%	$3.56 \pm 0.19(\text{stat.})$
佐々木さん (Lab-B, 2021) H2%	1.95
水越さん (Lab-B, 2018) H3%	$2.35 \pm 0.07(\text{stat.})^{+0.19}_{-0.21}(\text{syst.})$

- 先行研究の結果と比べるとフラックスが大きい
- 岩盤の成分が異なることが原因だと考えられる
- 今後の展望
 - H含有量の見積もりを正しく行う
 - より高エネルギー(>10MeV)中性子の測定