

長基線ニュートリノ振動実験における中間水チェレンコフ検出器の外層光検出機構の設計評価およびミュオン識別性能の研究

西村研究室 岡 明香里

Poster ID. 18

背景

ニュートリノ

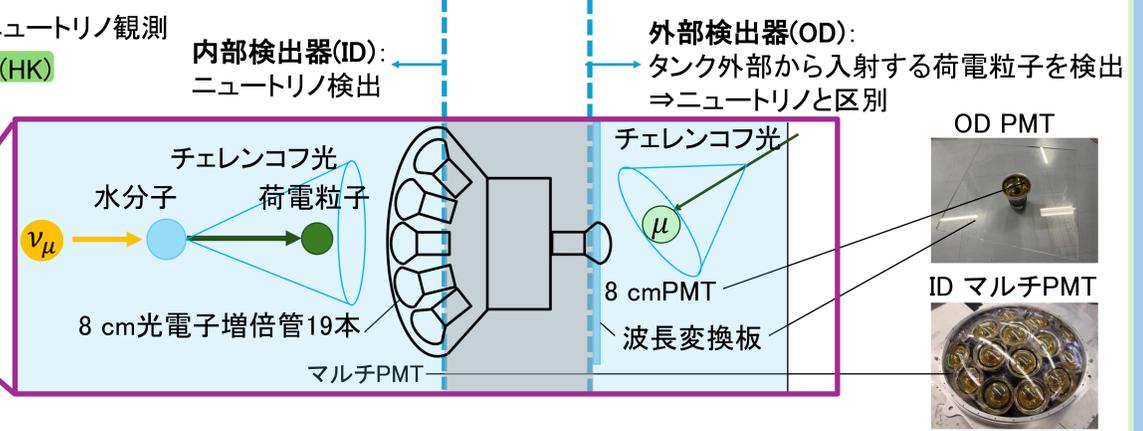
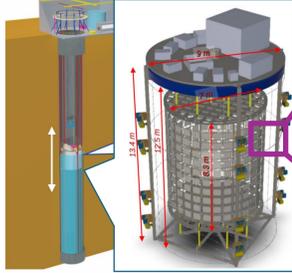
電荷をもたない素粒子、ニュートリノ振動を起こす

ハイパーカミオカンデ(HK)での長基線ニュートリノ振動測定 → ニュートリノ物理の謎(ニュートリノ質量、レプトンCP対称性など)解明を目指す



中間水チェレンコフ検出器
(Intermediate Water Cherenkov Detector, IWCD)

- 長基線ニュートリノ振動観測に対する前置検出器
- ニュートリノ断面積を詳細に測定
- HKでの観測の系統誤差低減



IWCD ODの課題

最適なODの設計が未確立

目的

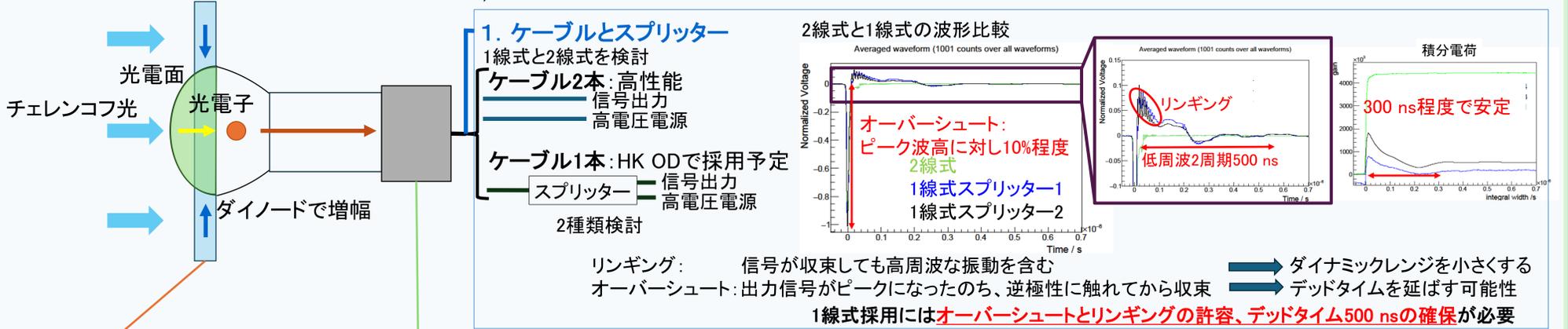
OD PMTの設計: 周辺の集光構成も含めたPMT設計の検討

OD全体の設計: 検出器構成(PMT数、配置等)によって高いミュオン識別性能を出す

最適なPMTの設計、数、配置を定める

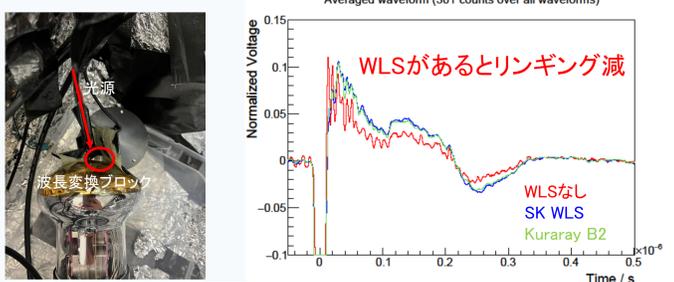
8 cm PMTの設計評価

8 cm PMTの設計による信号波形の違いを調査 → データ取得の観点からIWCD ODのPMTとして十分か?



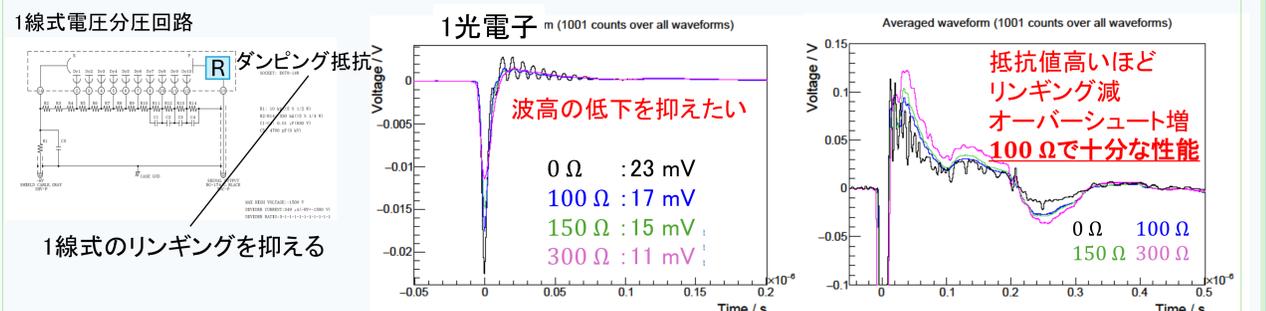
3. 波長変換板(WLS)

チェレンコフ光をPMTが高感度の波長に変換、集光面積拡大
波長変換板の特定数により波形変化



2. 電圧分圧回路

入力される高電圧をダイノード間に分圧、PMT信号を出力



リンギングはダンピング抵抗100 Ωと波長変換板で低減、デッドタイム500 nsと合わせ1線式8 cm PMTはIWCD ODで使用可能

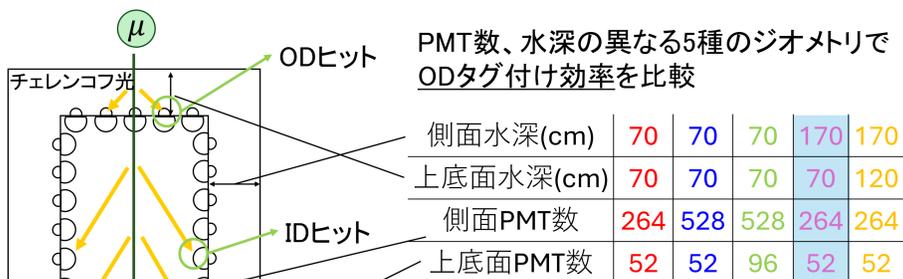
ミュオン識別性能

IWCD OD: HK ODを基に設計

地表に近く低エネルギーミュオンが多い } 現状の設計が最適か不明
OD層が薄い

特定の設計でミュオン検出性能をシミュレーションし、PMT数や配置を最適化

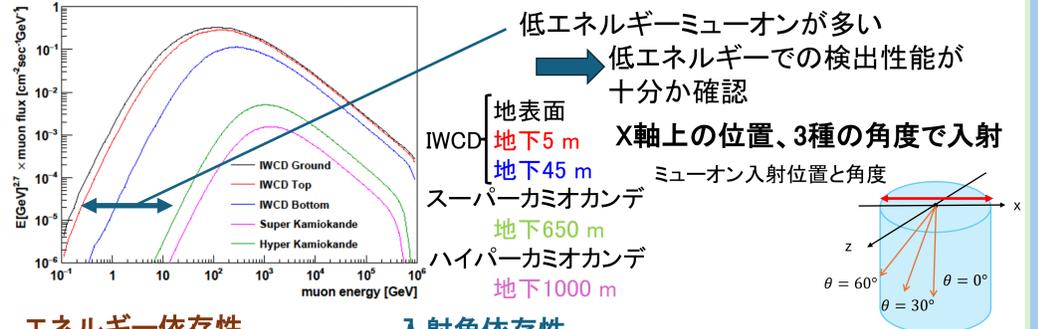
シミュレーションジオメトリ



ODタグ付け効率 [%]

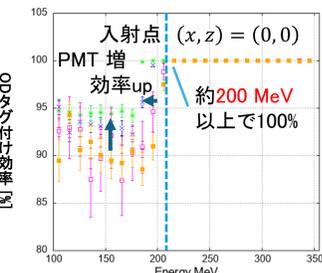
$$100 - \frac{\text{IDでヒットあり、ODヒットなしのイベント数}}{\text{IDヒットありのイベント数}} \times 100$$

IWCDのミュオンフラックス(MUSICでシミュレーション)



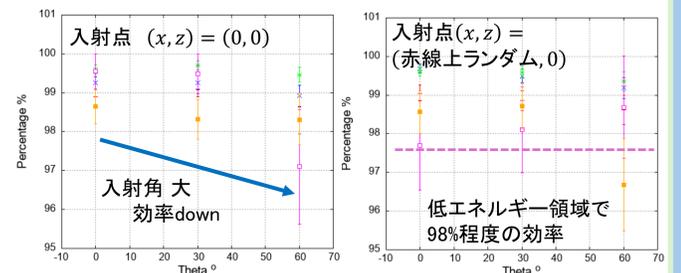
エネルギー依存性

エネルギー 105-355 MeV中で単一天頂角 $\theta = 0^\circ$
中心点から入射



入射角依存性

エネルギー 105-300 MeVのミュオンフラックス分布に従う
天頂角 $\theta = 30, 60, 90^\circ$
中心点から入射



結論と今後の展望

PMT設計 1線式の場合でもダンピング抵抗を用いてリンギングを抑えられ、デッドタイム500 ns程度で使用可能とわかった

OD設計 OD設計シミュレーションの手法を確立、低エネルギーのシミュレーションができた
ODでのタグ付け効率は200 MeVを超えるとほぼ100%で、低エネルギー領域で98%程度とわかった

ODの最適化が可能になった
ODヒットがないイベントを減らした構成を実現したい