

Super-K Gd プロジェクト： シミュレーションを用いたGdの熱中性子 捕獲反応により放出されるガンマ線の研究

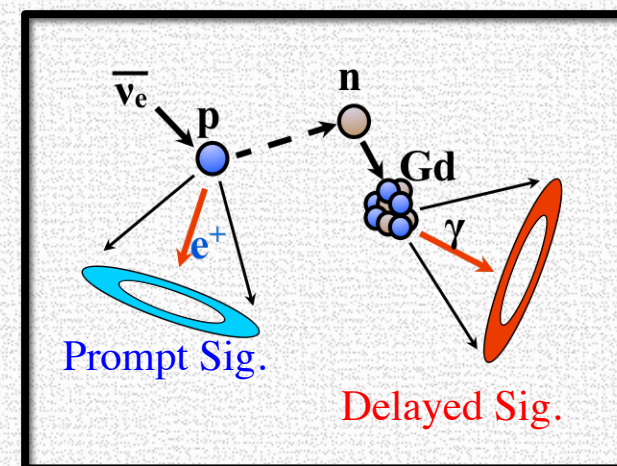
岡山大学 理 萩原 開人
for Super-Kamiokande collaboration

目次

1. 研究背景・目的
2. Geant4ベースのSKシミュレーション
3. SKDetSimと新シミュレーションの比較
4. まとめと今後

1-1. これまでの研究背景・目的

SKにGdを添加し中性子検出能力を持たせ、逆 β 反応に高い感度を持たせる計画が進んでいる。(SK-Gd実験)



Gd(n, γ)反応の基礎データを収集する。
Gd(n, γ)反応を利用するニュートリノ実験に対して、より正確なデータを提供する。



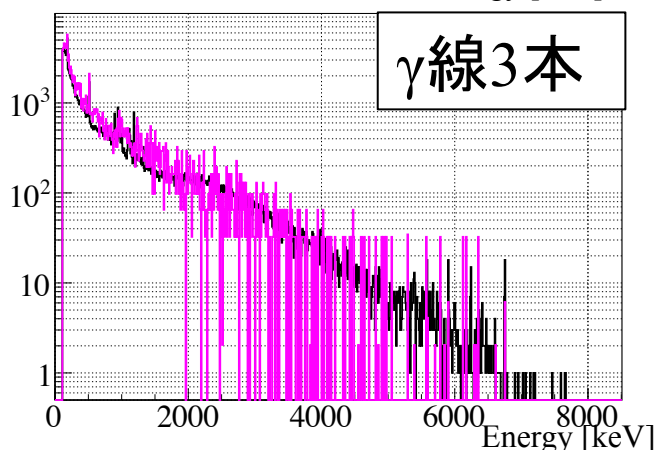
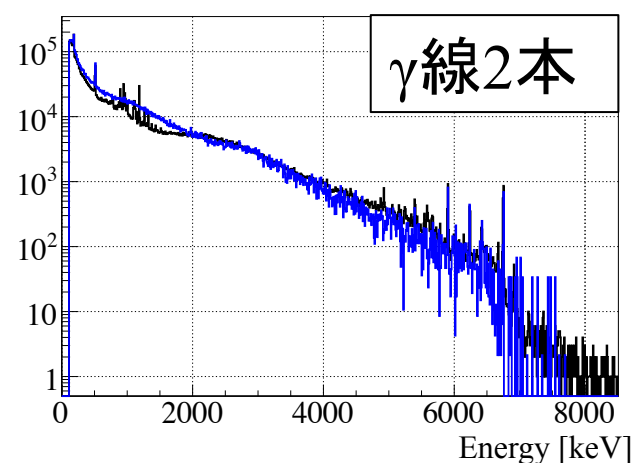
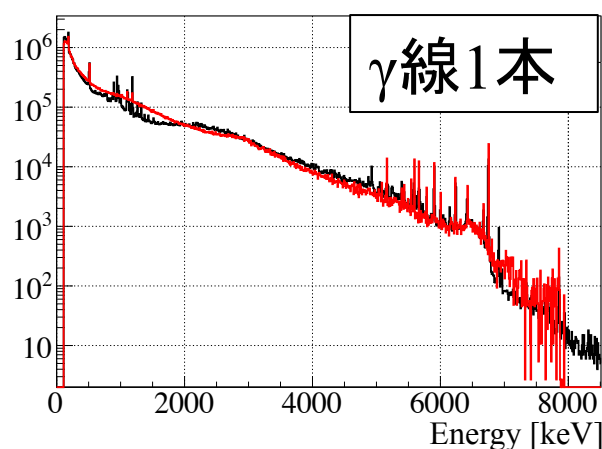
Gdが放出する γ 線の**正確な**データ取得
Gd(n, γ)反応を再現するシミュレーションの作成

岡山大学
Lorenz (13pS35-9)
田中(13pS35-10)

1-2. 実験データと新モデルの比較

実験データと新モデルを各多重度(γ 線の本数)毎で比較した。

^{157}Gd の熱中性子捕獲反応により生成される γ 線



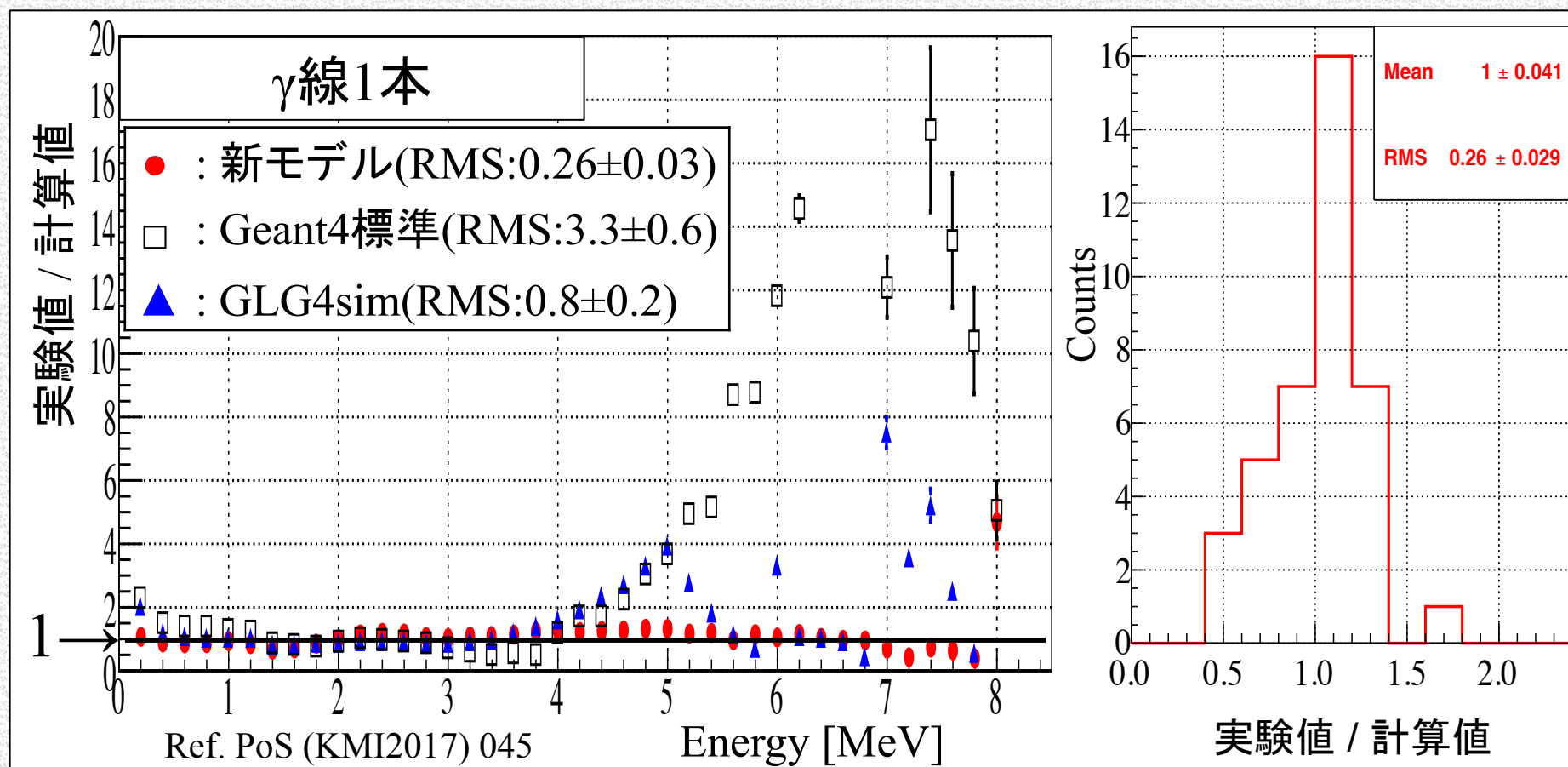
黒 線 : 実験データ
赤 , 青 , 紫 : シミュレーション

Ref. PoS (KMI2017) 045

1-3. 実験データと他モデルでの比較

我々の実験データと3種類のモデルを比較した。

Geant4標準モデル(誤差約330%)とGLG4simモデル(誤差約80%)
に対して、新モデルでは誤差**26%**以内にまで改善した。



2-1. Geant4ベースのSKシミュレーション

Gdから放出される γ 線の新モデルは、Geant4をベースにしたシミュレーションで構築した。

現在SKで使用されているシミュレーション(**SKDetSim**)は、Geant3をベースに構築されている。

新たにGeant4をベースにしたSKのシミュレーション(**SKG4**)を構築する。

	SKDetSim	SKG4
シミュレーション	Geant3	Geant4
使用言語	FORTRAN	C++
物理モデル	更新終了	最新

2-2. 現在のシミュレーション

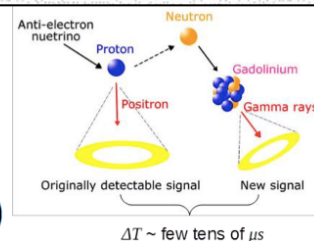
Ka Mingさん

Introduction

- Super-Kamiokande Detector Simulator (**SKDETSIM**)
- Based on GEANT3, with low energy neutrons are simulated by MICAP:
No support for Gadolinium x-sec & interactions → interface to GEANT4 with updated data & flexibility to give **Gd-SKDETSIM**
- Neutron gun results shown in last JPS meeting → validation of atmospheric neutrino simulation & neutron tagging algorithm in this talk

JPS Spring Meeting 2017

2



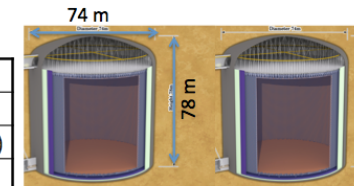
岡島さん

ハイパーカミオカンデ

- 大容量水チェレンコフ型ニュートリノ検出器を用いた将来実験計画
 - スーパーカミオカンデの17倍の有効体積→統計数増加
 - 光センサの高感度化 (SKの2倍)、高時間精度化(2倍)により測定精度向上

検出器ベースラインデザイン

光電面被覆率	40% (Super-K: 40%)
有効体積	187 kton x 2 (Super-K: 22.5)
光センサ数 (内水槽)	~40000 x 2 (Super-K: 11129)
内水槽の光センサ	Box & Line PMT



主な目的

- 核子崩壊の観測による大統一理論の検証
- レプトンのCP対称性の破れの検証などに向けたニュートリノ振動の観測
- 超新星爆発由来のニュートリノの観測などの宇宙物理学に関する研究

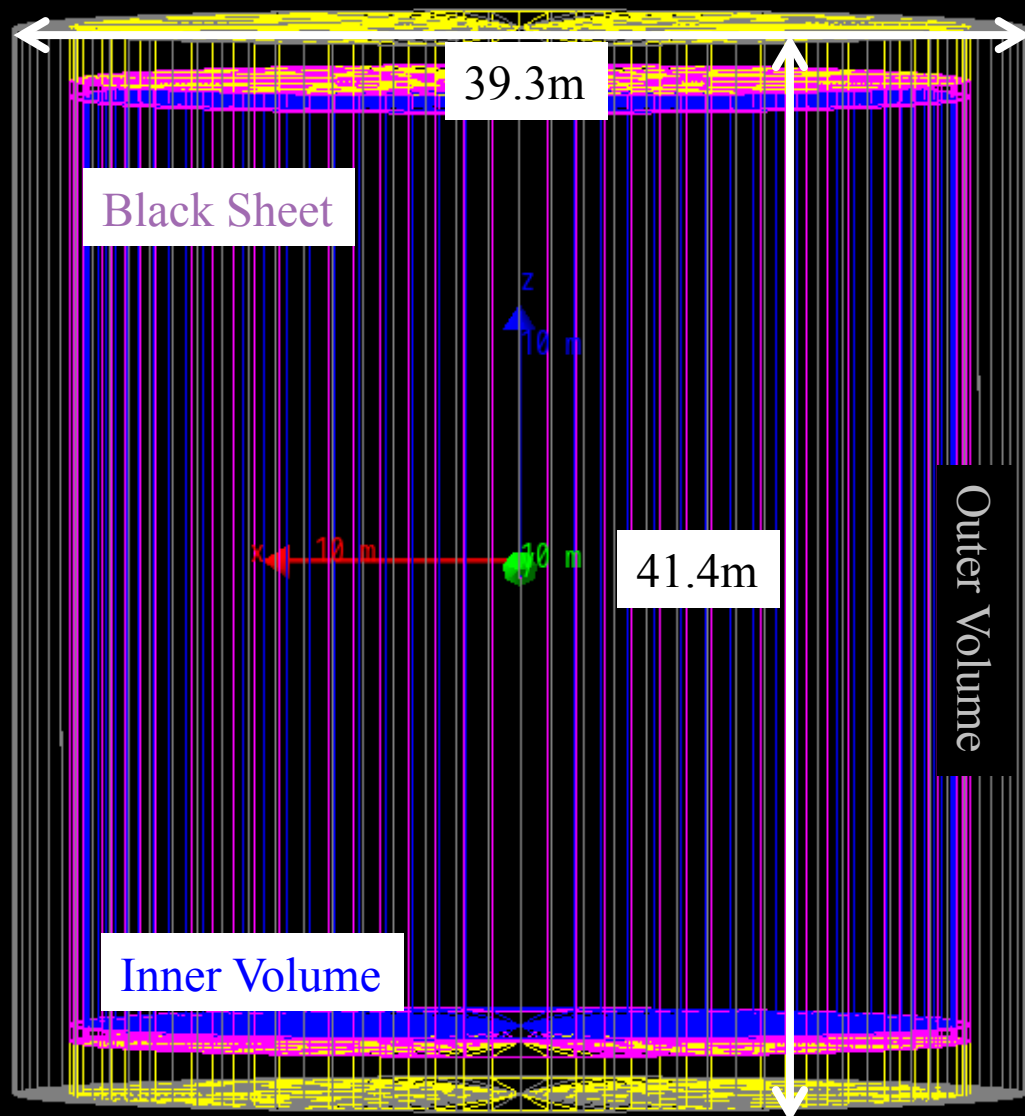
JPS Autumn Meeting 2016

2

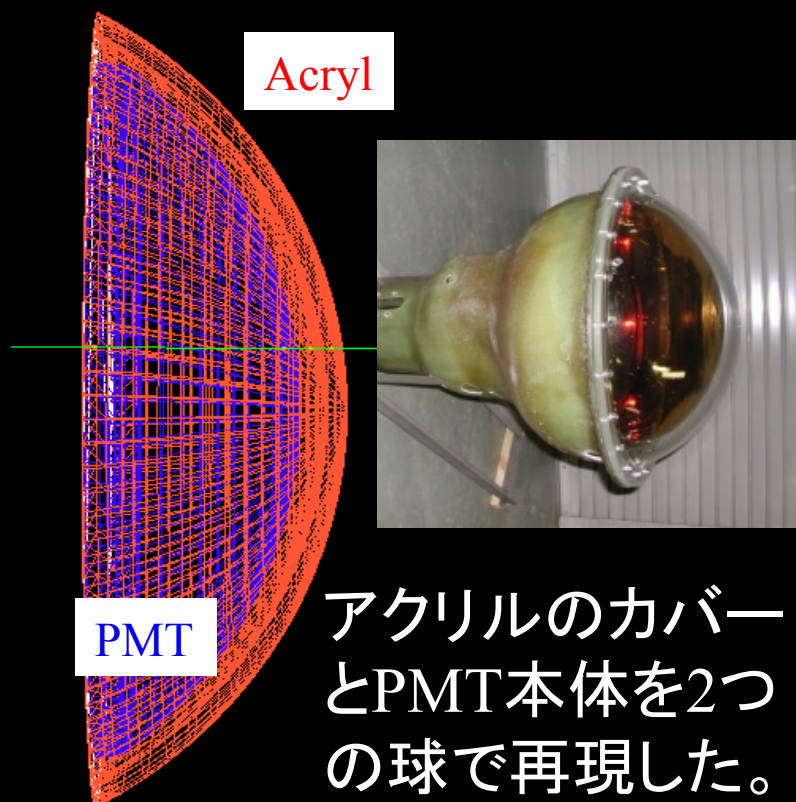
Geant3ベースのSKDetSimを用いるが、中性子発生からGdの γ 線放出までのみをGeant4でシミュレートする。

ハイパーカミオカンデ計画のためにGeant4ベースのシミュレーションWCSimを作成。

2-3. SKG4のGeometry



Geant4.10.03.p02でSKを再現した。寸法はSKDetSimの値を用いた。

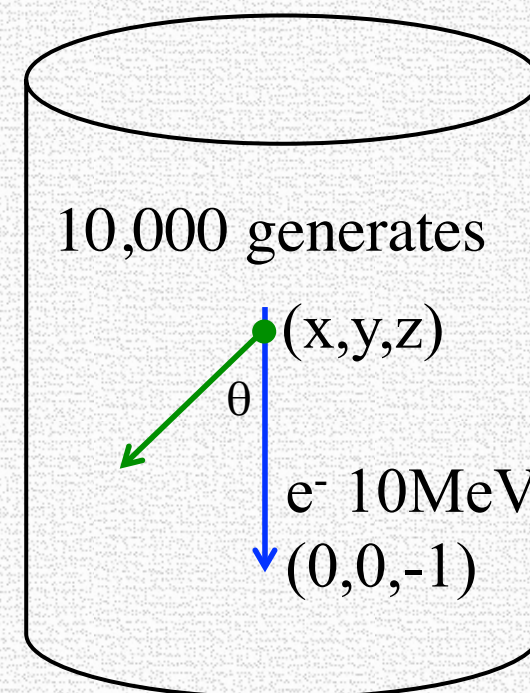


3-1. SKDetSimとSKG4の比較

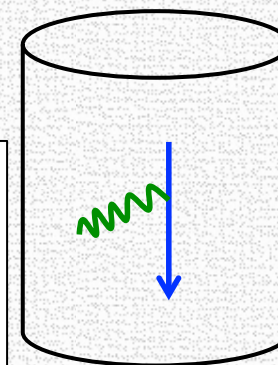
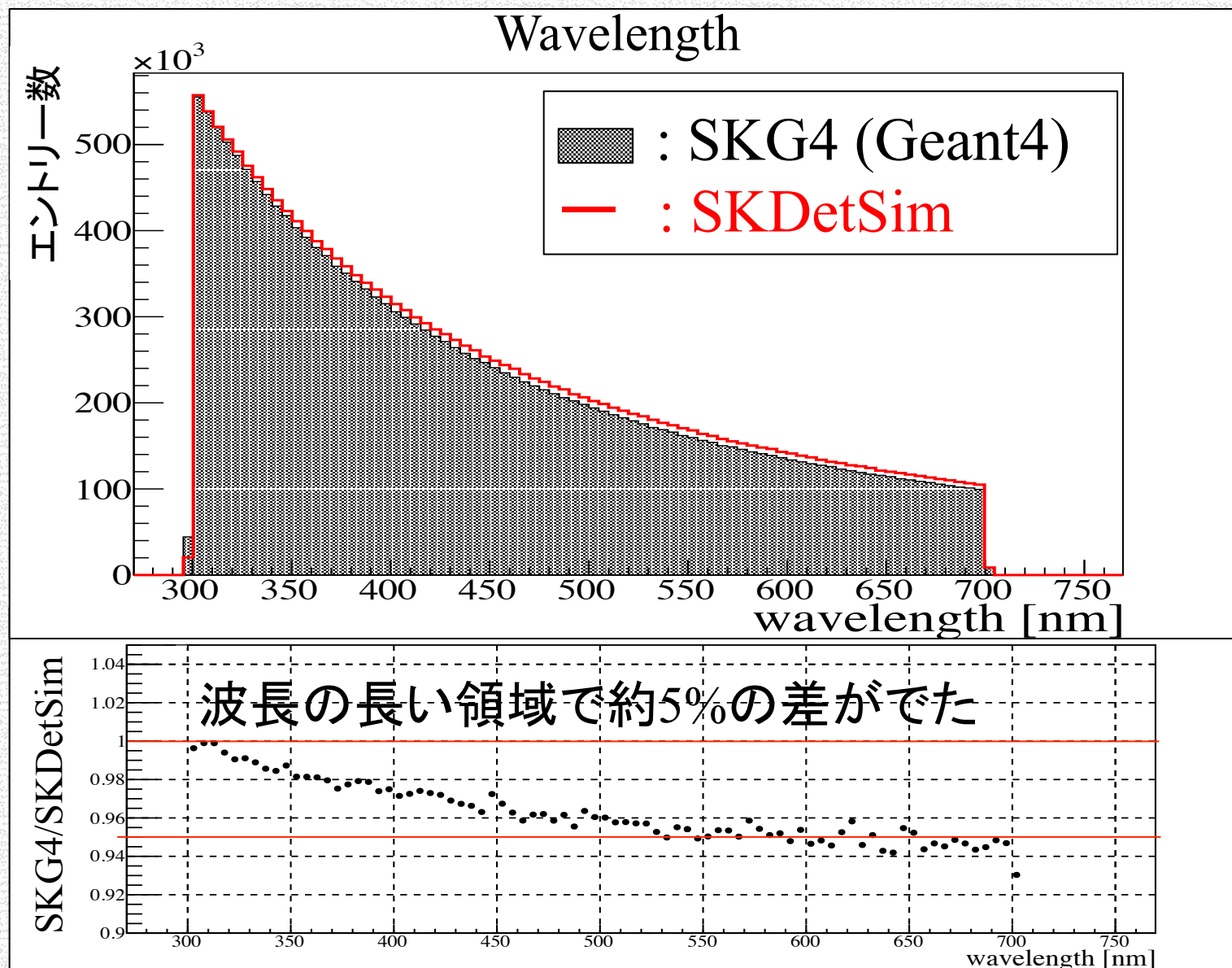
中心から下方向に10MeVの電子を放出した際のチェレンコフ光を比較する。電子から放出されるチェレンコフ光の情報を取得することにより、物理モデルの比較を行う。

Event ID	: イベント番号
Global Time	: チェレンコフ光の発生時間
Wavelength	: チェレンコフ光の波長
Position	: チェレンコフ光の発生位置
Direction	: チェレンコフ光の放出方向
Polarization	: チェレンコフ光の偏光方向

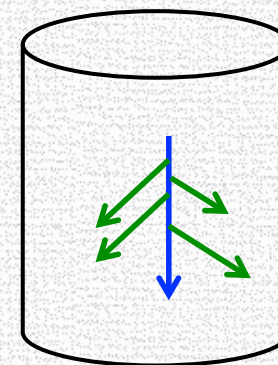
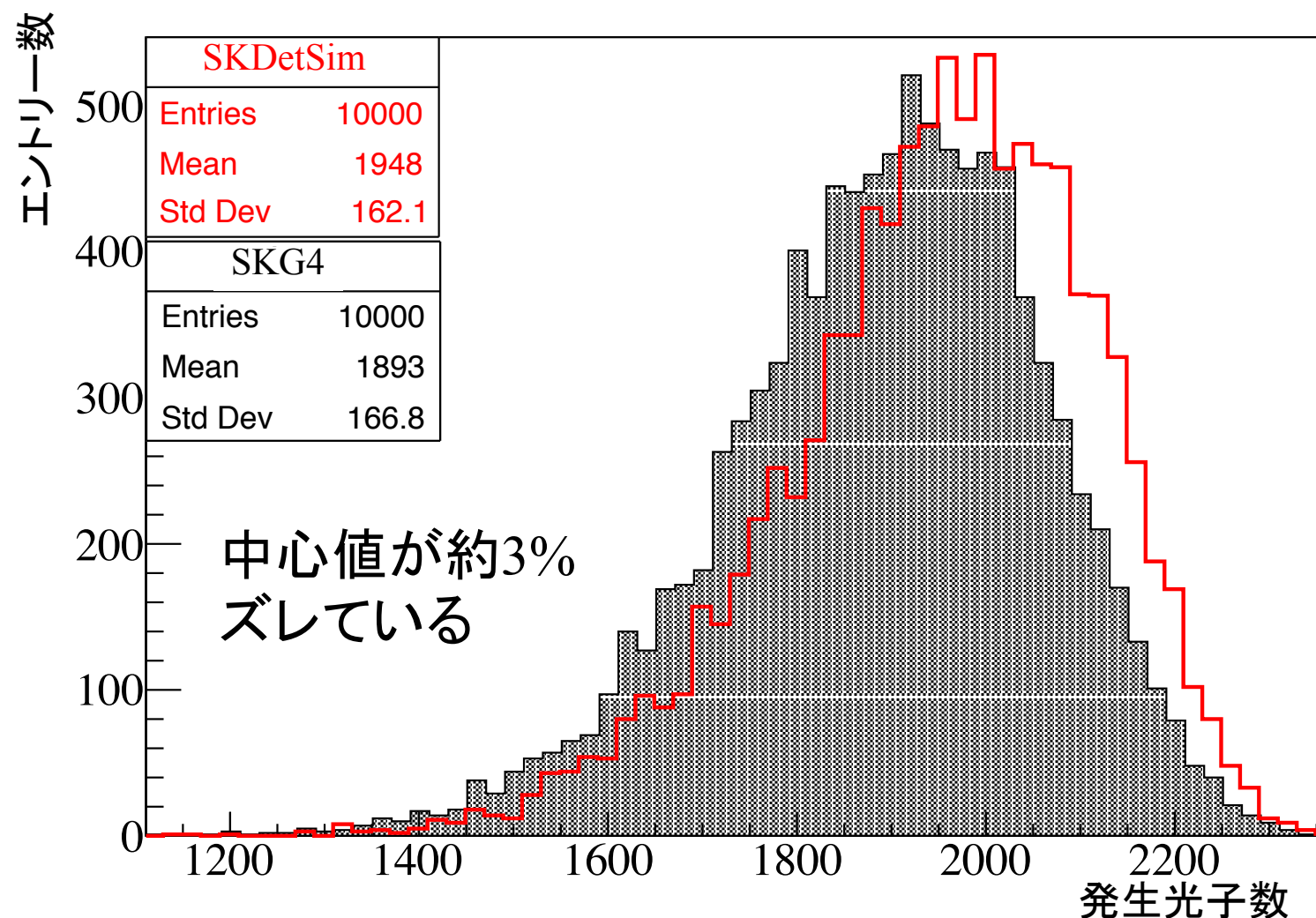
波長、光子数、チェレンコフ角度を比較



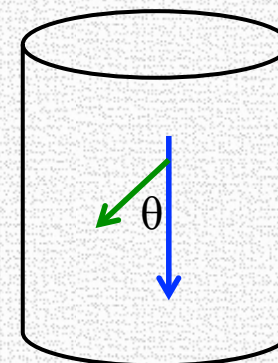
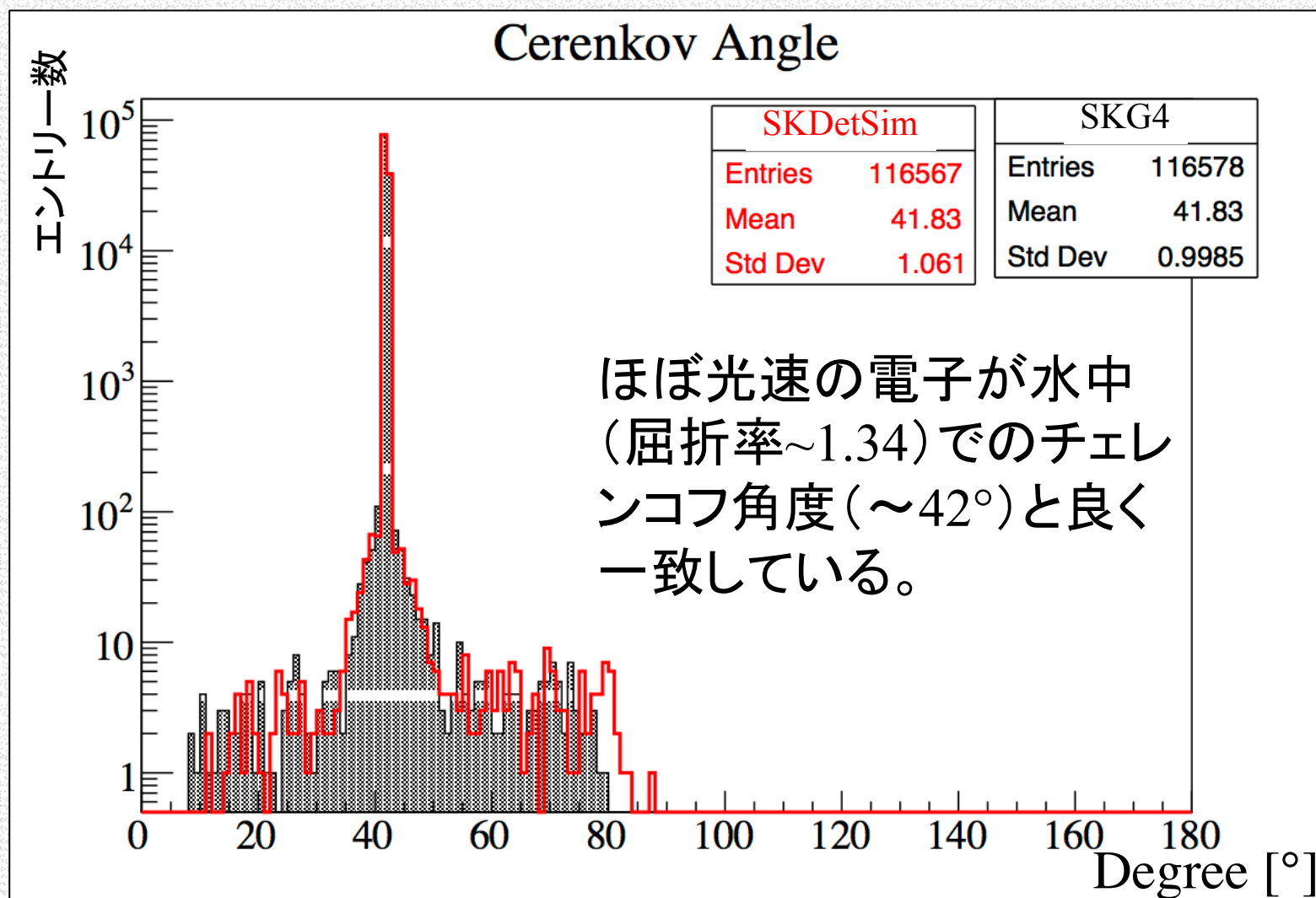
3-2. 波長



3-3. 発生光子数



3-4. チェレンコフ角度



4. まとめと今後

目的

- Geant4ベースで $Gd(n,\gamma)$ 反応モデルを構築したが、Geant3ベースのSKシミュレーションへ適応が難しい。
- 新たにGeant4ベースのSKシミュレーションを構築する。

結果

- SK検出器の構造は完成した。
- 10MeV電子から放出されるチェレンコフ光をSKDetSimと比較した。
- 若干の違い(波長5%、光子数3%)が存在する。
- チェレンコフ角度については、非常に良い一致を得た。

今後

- SKDetSimとSKG4の相違点の原因を確認する。
- $Gd(n,\gamma)$ から放出される γ 線の新モデルをSKG4に導入し、他モデルとの比較をする。