

# スーパーカミオカンデ実験におけるGeant4ベースのシミュレーション性能評価

新学術「地下宇宙」2021年領域研究会 2021年5月19日 - 2021年5月21日

ポスターセッション P23 酒井聖矢 (岡山大学)



## 1. イントロダクション

### スーパーカミオカンデ(SK)

- 岐阜県飛騨市の地下1,000 mにある大型水チェレンコフ検出器
- 超純水で満たされた水タンクと光電子増倍管(PMT)から構成
- 内水槽：ニュートリノ反応により荷電粒子から放出された**チェレンコフ光**をPMTで検出して荷電粒子の情報を再構成
- 外水槽：宇宙線ミュオンなどの事象を識別

### SK-Gd実験

- 超新星背景ニュートリノ(SRN)の世界初観測を目指す実験
- SKの超純水中に(最終的に)質量濃度0.2%の硫酸ガドリニウムを溶解  
→ 中性子を約90%の確率で同定し、SRNと背景事象を識別
- SK-Gd実験でも識別できない事象(大気ニュートリノ背景事象など)  
→ **事象数の正確な見積もりが必要**

## 2. 目的の達成に向けて

**研究目的** SRN探索における大気ニュートリノ背景事象の見積もりをGeant4ベースのシミュレーション(**SKG4**)で行う

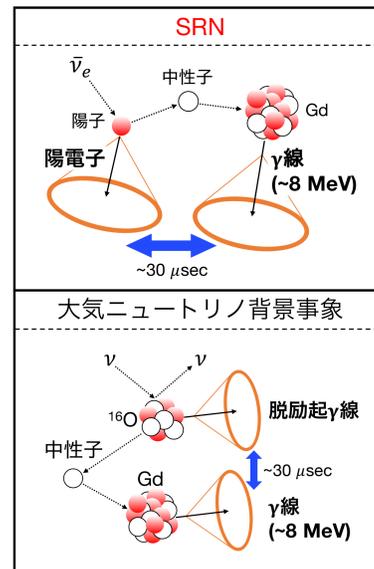
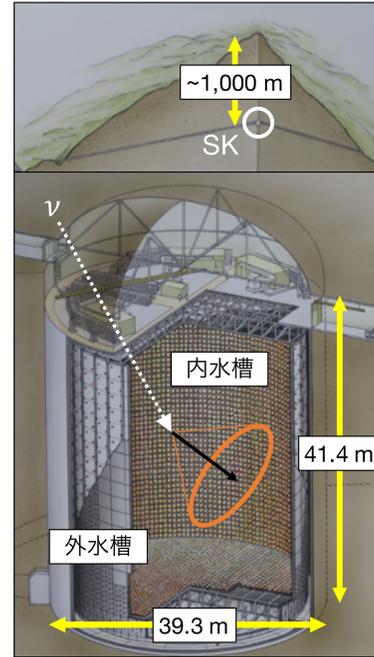
- 今まではGeant3ベースのシミュレーション(**SKDETSIM**)
- 低エネルギー中性子の正確な輸送モデル、Gdの熱中性子捕獲からの $\gamma$ 線放出の高精度なモデルが導入されていなかった
- 今後約10年でのSK-Gd実験における検出器シミュレーションの管理・維持を考えてSKG4を構築

	シミュレーション	使用言語	物理モデル
SKDETSIM	Geant3	Fortran	更新終了
<b>SKG4</b>	Geant4	C++	最新

- SKG4を使用するためには**SKG4の性能を詳しく理解する必要がある**  
→ SKDETSIMとSKG4を用いた物理モデルの比較
- 先行研究では低エネルギー(~10 MeV)の荷電粒子で比較
- 大気ニュートリノ背景事象を見積もることが目的
- 大気ニュートリノ反応で発生する荷電粒子は高エネルギー(GeV - TeV領域)  
→ まず1 GeVの電子・ミュオンを用いて**基本的な分布**を作成・比較

- 全電荷量(内水槽PMTが捉えた信号の大きさの総和)
- チェレンコフリング数
- 運動量
- PID(粒子弁別)

比較した結果は **3. 分布の比較** で説明



## 3. 分布の比較

### 全電荷量

- 平均値は2%以内で一致  
→ チェレンコフ光子数の違い(先行研究の結果)と同様の傾向
- 電子で**光核反応モデル**による違い

### チェレンコフリングの数

- 1リングの数は合っている
- マルチリングの数に若干の違い  
→ 現在調査中

### 運動量

- 光量が一番大きいチェレンコフリングから再構成された運動量  
→ **マルチリングの事象**は運動量の小さい領域に分布
- ピークの位置は合っている

### PID

- 電子 → ぼやけたリング
- ミュオン → くっきりとしたリング
- リングの形の違いをLikelihoodを使って評価 → PID(粒子弁別)
- Mis-PID**  
電子でPID likelihood > 0  
ミュオンでPID likelihood < 0  
→ SKG4でも大きなMis-PIDは無い
- 分布に若干のずれ  
→ SKG4はSKDETSIMと比べて荷電粒子が散乱されにくい  
→  $\mu$ -likeの方向にシフト

## 4. まとめ

- SRN探索における大気ニュートリノ背景事象の見積もりをSKG4で行うためにSKDETSIMとSKG4において1 GeVの電子とミュオンを用いて基本的な分布を作成・比較  
→ 全ての分布で大きな違いは無い

### 今後の予定

- SKDETSIMやSKG4のtracking methodや事象再構成のコードを確認して若干の違いを理解
- 他のエネルギーおよび粒子についても比較
- 大気ニュートリノのシミュレーションをSKG4で行う → 大気ニュートリノ背景事象を見積もる

黒：SKDETSIM 赤：SKG4

