

平成 26 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：IceCube 宇宙ニュートリノ観測実験のためのシミュレーション研究
英文：Simulation study for the IceCube Neutrino Observatory

研究代表者 千葉大学 助教 間瀬圭一
参加研究者 千葉大学 教授 吉田滋
千葉大学 特任准教授 石原安野
千葉大学 特任研究員 Romain Gaior
千葉大学 特任研究員 桑原孝夫
千葉大学 特任研究員 Matthew Relich
千葉大学 修士 2 年 大和久耕平
千葉大学 修士 1 年 上山俊祐

研究成果概要

千葉大学では IceCube を用いていわゆる GZK ニュートリノ探索を遂行している。2010 年度、2011 年度に取得されたデータを解析した結果、1 PeV を超えるエネルギーのニュートリノを 2 事象観測した。この結果は *Physical Review Letter* 誌に掲載された[1]。この 2 事象は GZK ニュートリノとしてはエネルギーが低いので、 10^{19} eV 以上の超高エネルギー宇宙線から生成される GZK ニュートリノではないことを確認し、GZK ニュートリノの流量に厳しい制限を設けた[2]。この解析を更に改善し、2014 年度までのデータを用い統計を約 2 倍に上げた解析が現在行われている。この解析の主なバックグラウンドである宇宙線からのミュオンバックグラウンドの推定とその系統誤差を評価するのが本研究の目的である。ベースとなるバックグラウンドは CORSIKA の高エネルギー相互作用モデル SIBYLL

2.1 を用いて、以前の共同利用により約 20 万事象シミュレートされている。本年度はこの事象に対し、IceCube 検出器のまわりの氷の性質を最新の結果[3]に

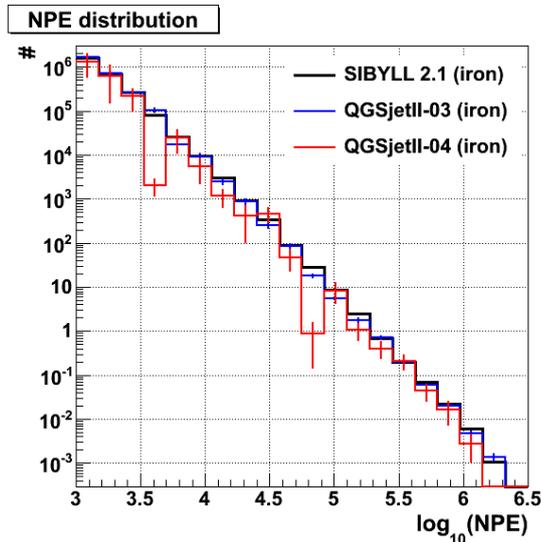


図 1：CORSIKA の各高エネルギー相互作用モデルを用いて生成された宇宙線ミュオンのエネルギー推定変数 (NPE) 分布。詳細は本文参照。

アップデートした MC データを生成した。更に系統誤差を評価するために以前、高エネルギー相互作用モデル QGSjetII-03 を用いて作成した MC データの氷部分も同様にアップデートした。また LHC の最新結果を用いた QGSjetII-04 モデルが利用できるようになったので、この相互作用モデルを用いて CORSIKA データを作成し、IceCube 部分のシミュレーションを行っている。この MC データによりバックグラウンドとその系統誤差がより良く評価される事が期待される。これらの相互作用モデルを用いてシミュレートされた MC データに対して GZK ニュートリノ探索に用いるエネルギー推定変数 (NPE) 分布を図 1 に示した。SIBYLL 2.1 と QGSjetII-03 の違いはそれ程大きくないように見えるが、解析に用いる条件を課した後に系統誤差を評価する必要がある。QGSjetII-04 モデルは現在もシミュレート中であり、統計を上げる必要があるが、平均的にはこれまでのモデルと無矛盾であり、シミュレーションが問題なく行えている事が確認された。このようにして作成された MC データを元に GZK ニュートリノ探索を現在遂行中である。

[1] M. G. Aartsen et al. (IceCube Collaboration) Phys. Rev. Lett. **111** 021103 (2013)

[2] M. G. Aartsen et al. (IceCube Collaboration) Phys. Rev. D **88** 112008 (2013)

[3] M. G. Aartsen et al. (IceCube Collaboration) NIM A 711 (2013) 73-89