

【基盤研究 (S)】

理工系 (数物系科学)



研究課題名 南極点複合ニュートリノ望遠鏡で探る深宇宙— 高エネルギーニュートリノ天文学の始動

千葉大学・大学院理学研究科・准教授

よしだ しげる
吉田 滋

研究分野： 物理学

キーワード： 宇宙線(実験)、素粒子、ニュートリノ、超高エネルギー、南極

【研究の背景・目的】

可視光で観測する宇宙は可視光に対応するエネルギー帯の放射で描写される宇宙像である。しかし宇宙からの放射は可視光よりも遥かに高いエネルギーにまで及んでいることが分かっている。陽子・原子核からなる宇宙線と呼ばれる物質流が最も高エネルギー帯の放射を担っており、そのエネルギーは、可視光の 10 億倍のそのまた 10 億倍にまで達する。このような莫大なエネルギーを生み出す宇宙加速器の機構は長年の謎である。超高エネルギー帯では、光はビッグバンの名残りである宇宙背景放射と衝突するため、銀河系程度の距離しか伝播できない。すなわち通常の電磁波による宇宙観測では銀河系外の遠方宇宙を超高エネルギー帯で視ることができないことが謎の解決を妨げてきた。背景放射や物質と衝突せずに遠方宇宙から飛来するニュートリノを捕捉することで、超高エネルギー宇宙を描写し、宇宙加速器の起源を探ることが本研究の目的である。

【研究の方法】

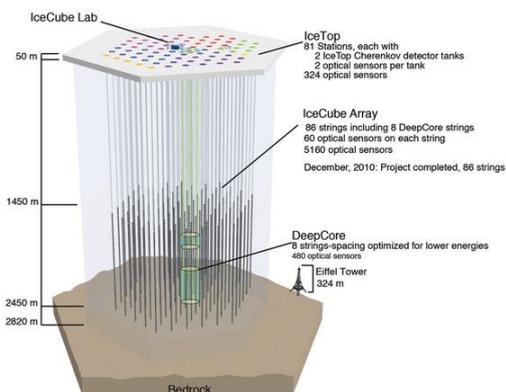


図 1 : IceCube 実験の概観

南極点直下の深氷河に 1 キロ立方の容積に特殊な光検出器を埋設し、宇宙から飛来する超高エネルギーニュートリノを探索・測定する IceCube (アイスキューブ) 実験によって超高エネルギーニュートリノの流量を測定するとともに、隣接する場所に IceCube に比して 10 倍以上大きな面積に検出器を埋設する拡張

実験(ARA 実験)を開始することで、検出事象数を上げ、宇宙加速器として働いている未知の天体の性質を探る。

遠方からも減衰せずに届くニュートリノの特質から、遠方すなわち過去においても活発な放射活動があれば、地球に飛来するニュートリノの総量は増える。この関係を逆算することで、測定されたニュートリノ事象数から、天体放射が宇宙の歴史と共にどのように変遷したかを推定することができる。ニュートリノによる宇宙探査の大きな強みの一つである。

【期待される成果と意義】

現在 IceCube 実験により PeV (= 10^{15} eV) 領域で宇宙ニュートリノが 2 事象検出されている。この観測をさらに高エネルギー領域に拡張し 100 PeV 以上での十分な観測感度を達成することにより、超高エネルギー粒子放射を生み出す宇宙加速器天体の性質が理解される。もしニュートリノ流量が十分強ければ、加速器天体の同定も実現することができる。この何れもが、ニュートリノを媒介とする観測によってのみ得られる知見である。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- S.Yoshida and A.Ishihara, "Constraints on the origin of the ultrahigh energy cosmic rays using cosmic diffuse flux limits: An analytical approach", Phys.Rev. D **85**,063002 (2012)
- IceCube Collaboration, "Constraints on the extremely-high energy cosmic neutrino flux with the IceCube 2008-2009 data", Phys. Rev. D **84**, 082001 (2011).

【研究期間と研究経費】

平成 25 年度—29 年度
160,900 千円

【ホームページ等】

<http://www.icehap.chiba-u.jp>