

【特別推進研究】 理工系



研究課題名 IceCube-Gen2 実験で拓く高エネルギーニュートリノ天文学の新展開

千葉大学・大学院理学研究院・教授 よしだ しげる
吉田 滋

研究課題番号： 18H05206 研究者番号：00272518

キーワード： 宇宙線、ニュートリノ、南極、素粒子物理学、天文学

【研究の背景・目的】

南極点深氷河に展開する IceCube ニュートリノ観測所は、2013 年の高エネルギー宇宙ニュートリノの発見を皮切りに、高エネルギーニュートリノ天文学という新しい研究分野を開拓してきました。ニュートリノは、エネルギーを失わずに遠方宇宙から飛来することができる素粒子であるため、光などの通常の観測手段では探査できない超高エネルギー宇宙の姿を調べることができます。2016 年には宇宙ニュートリノ事象を即時に同定して、その観測情報を世界中の天文学観測施設にアラート情報として送信するシステムの運用も始まりました。IceCube が同定したニュートリノ信号を直ちに望遠鏡などがフォローアップ観測することにより、昨年ついにニュートリノ放射天体が同定され、宇宙線放射起源の包括的な理解にむけた大きな一歩を踏み出すことになりました。これはニュートリノが拓く「マルチメッセンジャー天文学」観測の有効性を立証するもので、この手法に供することのできる高エネルギー宇宙ニュートリノ事象の数と到来方向決定精度の向上が重要な課題でありました。

【研究の方法】

宇宙ニュートリノ検出数を飛躍的に増大させるために IceCube 観測所は次世代実験 IceCube-Gen2 計画を策定しました。第一段階(phase 1)として新型の高性能光検出器を IceCube 実験検出器アレイの中心部に密に埋設するアップグレードを実施します。

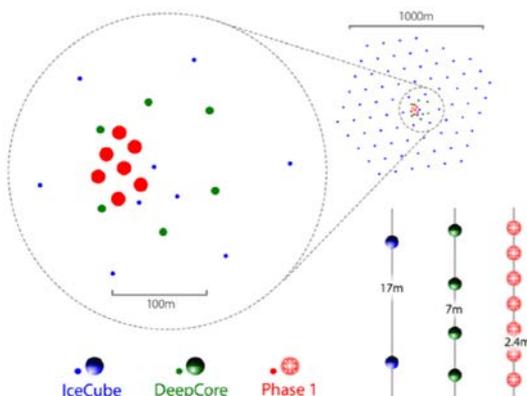


図1 IceCube 実験アップグレードの概念図。上から見た検出器の配置を示している。

日本グループはこのアップグレードにむけて新型検出器 D-Egg を開発しました。この検出器は実面積が従来型の7割と小型でありながら2倍の実効光検出面積を有します。この検出器を200台建造し



図2. 開発した D-Egg 検出器

氷河に埋設します。この増強により宇宙ニュートリノの到来方向をより正確に決定できます。また検出器アレイの外側に設置されている電波検出器網を増強し、より高いエネルギーのニュートリノの観測効率を増強します。マルチメッセンジャー観測に提供するニュートリノ数を倍増させ、TeV (10^{12} eV) から EeV (10^{18} eV)に至る広範なエネルギー帯でのニュートリノによる宇宙探査を実現します。

【期待される成果と意義】

ニュートリノ観測により多数のニュートリノ放射天体が同定され、フォローアップ観測によって超高エネルギー宇宙線起源を理解することができます。またニュートリノでのみ光っているような新たな種類の天体の発見も期待されます。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ S.Yoshida 他 IceCube Collaboration, "Constraints on Ultrahigh-Energy Cosmic-Ray Sources from a Search for Neutrinos above 10 PeV with IceCube" *Physical Review Letters* **117** 141101 1-9 (2016)
- ・ S,Yoshida 他 IceCube Collaboration "The IceCube realtime alert system", *Astroparticle Physics* **92** 30-41 (2017)

【研究期間と研究経費】

平成 30 年度-34 年度 411,400 千円

【ホームページ等】

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