

IceCube-Gen2 国際ニュートリノ天文台

1. 計画タイトル IceCube-Gen2 国際ニュートリノ天文台
2. 問い合わせ先 吉田滋 千葉大学ハドロン宇宙国際研究センター
syoshida@hepburn.s.chiba-u.ac.jp
3. 想定される提案者（計画遂行の責任を担う大学・機関・部局の長等）
千葉大学学長
4. 計画規模：大型・中型 A・中型 B
5. マスタープラン 2017, 2020 への採否状況
2017 年は未提出。2020 は採択
6. 実施時期
2023 より検出器製作開始 2026/27 南極シーズンより建設開始 2032 年建設完了
7. 必要経費および予算プロファイル
準備期 (2023-2025) (100 億円 日本 10 億円) 主として検出器製作設備の増強と人件費
建設期 (2025-2032) (250 億円 日本 35 億円) 主として検出器製作費用・南極埋設費用・データセンターの構築
運用期 (2028-) (10 億円/年 x 10 年 日本 2 億円/年 x 10 年) 主としてデータセンター運営・人件費・保守費
8. 計画の概要
ニュートリノ放射天体を同定し、宇宙物理学上最大の謎の一つである高エネルギー宇宙線の起源を明らかにするために、IceCube 実験を約 10 倍に拡張する IceCube-Gen2 観測所を建設する。TeV 以上の高エネルギー宇宙ニュートリノを年間 200 事象以上検出し、ニュートリノ放射点源の同定、ガンマ線バーストや AGN のフレアとの同時事象検出による宇宙線放射機構の研究、EeV(1000PeV)領域のニュートリノ束探索による超高エネルギー宇宙線起源の研究を行う。また素粒子としてのニュートリノの特性を生かして、フレーバー比の解析による超長基線ニュートリノ振動の研究や、TeV-PeV 領域におけるニュートリノ・核子相互作用の研究、モノポールなど素粒子大統一理論由来の生成物の探索を進める。高エネルギーニュートリノ天文学を高統計データに基づいた観測的科学へと昇華させることにより、天文学研究に全く新しいインプットを提供し、高エネルギー極限宇宙の探査から非加速器素粒子物理まで多様かつ重要な科学を総合的に展開するのが本計画のアジェンダである。
9. 学術的意義、当該分野・社会等での位置づけ
現行 IceCube 実験により宇宙線起源天体由来のニュートリノが実際に存在することが確証され、その存在量から宇宙線起源天体クラスについての一

IceCube-Gen2 国際ニュートリノ天文台

定の洞察まで可能となった現在、ニュートリノ観測は天文学の新しい窓として確立した。2018年7月にサイエンス誌に掲載された2編の論文では、ニュートリノと γ 線、可視光観測によってついにブレーザー天体 TXS 0506+056 を高エネルギー宇宙線放射天体として同定した成果を公表している。高エネルギー宇宙ニュートリノ観測が、既存の天文観測と組み合わせることで、高エネルギー宇宙の理解にブレークスルーをもたらすことを実証したものであり、まさにマルチメッセンジャー天文学の幕開けであった。IceCube-Gen2 観測所は、その窓を通じて高統計で高エネルギー極限宇宙の非熱的物理現象を解明し高エネルギー宇宙線起源を同定する確実な観測データを提供する。ニュートリノ観測は、可視光・X線・ガンマ線・重力波観測と連動して行い、それぞれの波長・メッセンジャー観測による天文学研究にとってユニークなプローブとなる。

10. 実施内容（実施機関・体制（国際協力等を含む）、共同利用体制）

IceCube-Gen2 collaboration は、日本、アメリカ、カナダ、ドイツ、イギリス、スウェーデン、ベルギー、デンマーク、スイス、韓国、オーストラリア、ニュージーランドから約50の研究機関が参加する国際共同機関である。日本からは千葉大学ハドロン宇宙国際研究センター（ICEHAP）が参加する。プロジェクトオフィスはウイスコンシン大学マディソン校に置かれる。観測データは公開され、観測データ・解析ツールの提供、チュートリアル開催などは、共同利用の枠組みとして日本国内ではICEHAPが実施し、共同利用研究拠点として現在文科省に申請中である。

11. 現在までの準備状況

フェーズ1（IceCube 実験アップグレード）は科研費で実施中。日本グループは科研費特別推進研究が採択され、2022年初頭に新型検出器300台を南極に埋設。このフェーズ1は新型検出器を現行IceCube検出器アレイの中心部に密に埋設することにより、1)マルチメッセンジャー天文観測に提供できるニュートリノアラート数の倍増、2)過去に検出したニュートリノデータをより高精度で再解析するための系統誤差の削減、3)タウニュートリノ出現解析による3flavorニュートリノ振動モデルの確立、の3点を物理目標に掲げている。IceCube-Gen2は、IceCube本体を8倍に拡張する超大型計画として、フェーズ1の建設終了後にただちに建設を開始する。全120 stringsの計画であるが、フェーズ1の建設とスムーズに接続させるため、25 strings分を先行して米国NSF-MSRIの枠組みで予算化して実施する。日本グループの概算要求はこの予算スケジュールと連動する。IceCube-Gen2のWhite Paperは2020年に公開されている。先行建設分のNSF Reviewは2021年9月に予定されている。