

IceCube-Gen2 国際ニュートリノ天文台

1 IceCube-Gen2 国際ニュートリノ天文台

2 問い合わせ先

吉田滋 千葉大学大学院理学研究院教授 syoshida@hepburn.s.chiba-u.ac.jp

3 マスタープラン提案時の提出元として想定される大学・機関・部局等

千葉大学学長

4 マスタープラン 2017 への採否状況 採択

5 計画状況 (実施中)

6 計画実施時期

フェーズ 1 (2018-2022) 実施中

フェーズ 2 (2021-2031) 提案中

7 総経費および予算プロファイル 総経費 約 230 億円

フェーズ 1 約 30 億円 (日本側は科研費が採択 4 億 1140 万円)

フェーズ 2 約 200 億円 (日本側は概算要求にて 26 億円)

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 目的、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る。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)

IceCube-Gen2 collaboration は、日本、アメリカ、カナダ、ドイツ、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が正式メンバーとして参画している。

11 現在までの準備・実施状況

IceCube-Gen2 計画は第一段階として、フェーズ 1 が IceCube アップグレードとして承認された。アメリカ側は NSF の **midscale funding program** 及び **multi-messenger astronomy** の枠で 2018 年に採択され、現時点では \$20M 程度の予算割り当てが予定されている。日本グループは科研費特別推進研究が採択され、今年度より検出器建設および観測データ解析にむけた取り組みが始まった。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。予算面の制約から、IceCube 実験本体の拡張は第2フェーズに移行した。現行 IceCube 実験およびフェーズアップグレード実験の実績をもとに、2021 年の採択を目指している。200 億円以上の規模になるため、アメリカ側は NSF の **MREFC (Major Research Equipment and Facilities Construction)** による予算化にむけて動き出している。現行 IceCube 実験も MREFC による予算によって建設された。日本では深氷河に埋設する光検出器の主要部を分担するため、26 億円程度を千葉大学からの概算要求によって予算化することを考えている。