

ハイパーカミオカンデ計画

1 計画タイトル

大型先端検出器による核子崩壊・ニュートリノ振動実験

2 問い合わせ先

塩澤 真人、東京大学・宇宙線研究所、masato@suketto.icrr.u-tokyo.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

東京大学・宇宙線研究所・梶田隆章

4 マスタープラン 2017 への採否状況

採択(重点大型計画)

5 計画状況 (実施中・提案中)

提案中、概算要求中

6 計画実施時期

2019-2025 ハイパーカミオカンデ建設; 2020-2025 J-PARC 加速器高度化、前置検出器建設; 2026-2045 ハイパーカミオカンデ運転; 2026-2035 J-PARC 大強度運転

7 総経費および予算プロファイル

(総経費と上記フェーズごとの想定金額を記入してください。)

総経費 1550 億円(日本分担 1396); ハイパーカミオカンデ建設 673(549); J-PARC 加速器高度化、前置検出器建設 77(47); ハイパーカミオカンデ運転 400/20年; J-PARC 大強度運転 400/10年

8 計画の概要

本計画は、世界 15 か国による国際協力科学事業として、岐阜県飛騨市に総重量 26 万トン(有効質量 19 万トン)の大型先端検出器「ハイパーカミオカンデ」を建設する。運用中のJ-PARC大強度陽子加速器の増強と組み合わせて素粒子ニュートリノの性質の全容を解明し、さらに陽子崩壊の探索や超新星ニュートリノの観測を行う。従来の2倍の性能を持つ最新型光センサーをスーパーカミオカンデの約8倍の有効質量の検出器に使用することで究極の性能を持つハイパーカミオカンデ装置は、2020年代後半から20年以上にわたり素粒子・宇宙研究の国際的な基幹装置となる。

9 目的、学術的意義、当該分野・社会等での位置づけ

大型水チェレンコフ宇宙素粒子観測装置「スーパーカミオカンデ」における研究は、ノーベル物理学賞につながる素粒子ニュートリノの質量の発見を成し遂げるなど、世界の基礎科学の一分野を牽引し大きく発展させた。ハイパーカミオカンデは、この飛躍的に発展したニュートリノ物理学における新たな謎を解明するために設計された、

ハイパーカミオカンデ計画

豊富な研究課題および高い発見能力を持つ装置である。ハイパーカミオカンデにおいては、「ニュートリノの性質の全容解明」、「ニュートリノ天文学」、「陽子崩壊の探索」の3つの主要な研究に取り組む。

ニュートリノ天文学に関しては、超新星爆発の中心部から飛来する大量のニュートリノを観測することにより、時々刻々の天体内部の変化の様子を調べ、同じく神岡に設置されているKAGRAをはじめとする重力波観測装置や世界各国の天文台とも連携することで、爆発の仕組みが解明できると期待される。仮に天の川銀河中心で超新星爆発が起きた場合には、約5万事象という圧倒的な数のニュートリノが検出され、1ミリ秒以下での詳細な時間変化やエネルギー分布変動の情報が得られることから、超新星爆発機構の詳細な研究が可能となる。一方で、超新星爆発は宇宙初期から多数発生しており、ここで生成したニュートリノは宇宙全体に漂っている。これらのニュートリノを測定することで、星やブラックホール誕生の歴史の解明にも挑む。

本計画は宇宙線物理および高エネルギー物理学の分野をまたぐ計画であり、両分野のコミュニティでともに最重要計画として位置付けられている。宇宙線研究所では所の次期主要プロジェクトとされ、高エネルギー加速器機構での Project Implementation Plan では、「ハイパーカミオカンデプロジェクトのためのJ-PARC増強」が優先順位1位とされている。2017年7月には、学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会による「学術研究の大型プロジェクトの推進に関する基本構想ロードマップの策定(ロードマップ2017)」に、高い評価を受け掲載されている。

10 実施内容(実施機関・体制、国際協力等を含む)

東京大学と高エネルギー加速器研究機構を中核機関とし、15か国76機関から約300名の研究者が参加する国際共同研究グループが建設・運転に参加する。東京大学では、推進体制をより一層強化しオール東大で推進する体制を固めるために、次世代ニュートリノ科学連携研究機構を発足させた。装置の建設は、全体で7年強を予定している。初年度に地下サイトへのアクセストネルの掘削を開始する。次年度には光電子増倍管(PMT)の大量生産を開始する。3年半の空洞掘削の後、1年半をかけて水槽の建設とPMTの据付けを行い、さらに純水を水槽に注水して装置の運転を開始する。ハイパーカミオカンデの運転は20年間を予定し、そのうち高度化されたJ-PARC加速器運転は10年間を予定する。

11 現在までの準備・実施状況

関連コミュニティの検討および十分な技術開発を経て、概算要求中である。