

2025 年 8 月 5 日
東京大学

ハイパーカミオカンデ計画：超巨大空洞の掘削を完了

発表のポイント

- ◆ハイパーカミオカンデの本体となる巨大地下空洞の掘削が 2025 年 7 月 31 日に完了しました。
- ◆直径 69m、高さ 94m の本体空洞は、岩盤内の人工空洞として世界最大級です。
- ◆最も重要な建設工程の一つが完了し、2028 年の観測開始に向けて計画は大きく前進しました。



掘削が完了したハイパーカミオカンデの本体空洞

発表内容

東京大学が主導して岐阜県飛騨市で建設を進めている次世代超大型水チェレンコフ宇宙素粒子観測装置「ハイパーカミオカンデ」において、検出器本体を設置する巨大地下空洞（以下「本体空洞」）の掘削が、約 2 年 9 か月をかけ、2025 年 7 月 31 日に完了しました。

【ハイパーカミオカンデ計画】

ハイパーカミオカンデ計画は、東京大学と高エネルギー加速器研究機構（以下、KEK）を中核機関とする国際共同研究プロジェクトで、2025 年 7 月現在、世界 22 か国・約 630 名の研究者が協力して推進しています。岐阜県飛騨市の山の中、地下 600m に、スーパーカミオカンデの約

8 倍の有効体積を持つ巨大水槽と 2 万個以上の新型光センサーからなる次世代の素粒子観測装置「ハイパーカミオカンデ」を、東京大学が中心となり建設しています。また、KEK の主導で、茨城県東海村において J-PARC ニュートリノビームの増強や中間検出器の建設も進められています。これらを組み合わせ、ニュートリノの精密測定や陽子崩壊の探索を通して、宇宙の進化の謎の解明や、大統一理論の検証を目指しています。本計画は初年度予算の措置を受けて 2020 年 2 月に正式に始動し、2021 年 5 月に建設位置に向けたトンネルの掘削を開始しました。

【地質調査と本体空洞の設計】

ハイパーカミオカンデの本体空洞は、直径約 69m のドーム形状の天井部（高さ約 21m）と、その下に続く円筒形部分（高さ約 73m）から構成され、岩盤内に掘られた人工の空洞としては世界最大級の規模を誇ります（図 1）。建設地には日本有数の堅牢さを誇る飛騨片麻岩が広がっていますが、岩盤の性質や地圧のかかり方は、工事中や完成後の空洞の安定性に大きな影響を及ぼします。掘削に先立ち、当初から継続して進めてきた地質調査の集大成として、2020 年度には総延長 730m に及ぶボーリングや新たな坑道の掘削など、大規模な調査を実施しました。調査結果をもとに、空洞の形状や補強方法を決定する「空洞設計」を、トンネル工事と並行して進めました。

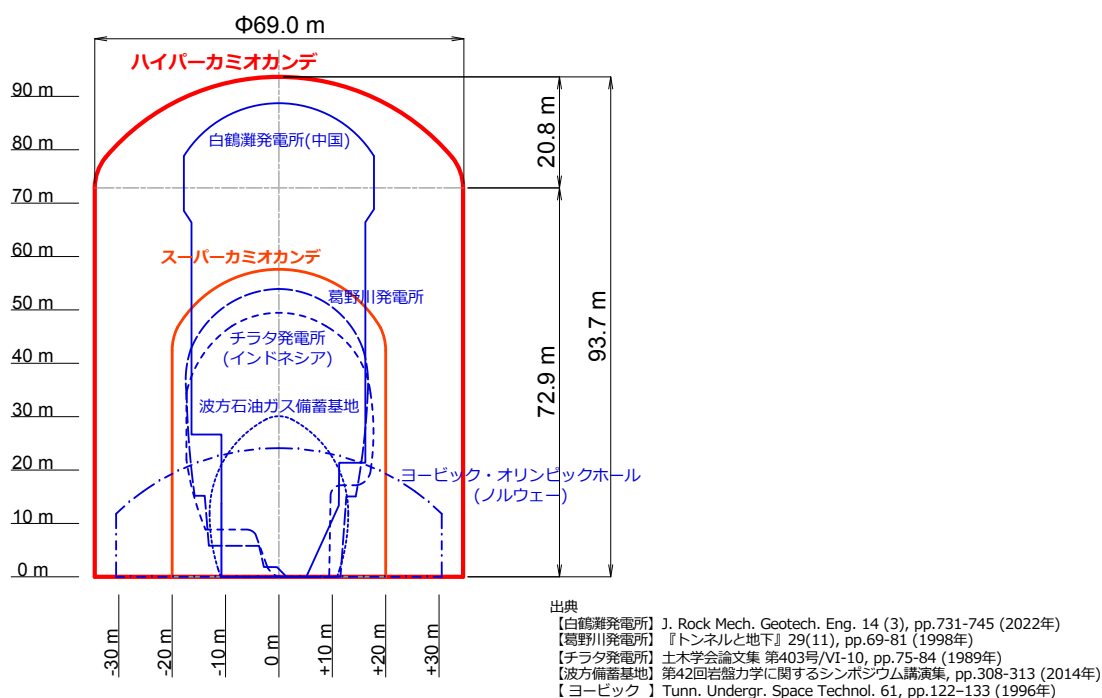


図 1：国内外の主要な岩盤地下空洞の断面図

【本体空洞の掘削工事】

本体空洞のドーム部は、上方からの大きな地圧を三次元的なアーチ効果によって受け止める構造安定性の要となる部分です。らせん状の仮設トンネルでドーム最上部へアクセスしたのち 2022 年 11 月より、吹付けコンクリートや PS アンカー（注 1）で天井面を安定化させながら、空間を外側へ広げていきました。天井崩落の危険性もある難工事を、安全かつ効率的に進めるため、掘削にともなう得られる地質情報や岩盤の動きに関する計測データを使って空洞設計を随時更新する「情報化設計施工」の手法を取り入れました。

2023 年 10 月に着手した円筒部の掘削では、発生する岩石（ズリ）の排出効率が工事の進行を左右します。そこで、円筒部の中心に直径 3.4m の立坑を底部のトンネルまであらかじめ掘削しておき、円筒部の掘削中に発生したズリは、この立坑を使って下部からダンプカーで効率的に排出しました。空洞を 1 段ずつ掘り下げる工事を、安全性を最優先しながら迅速に進め、途中で大掛かりな足場を組んでの追加の壁面補強工事が必要となりましたが、当初の予定から約 6 か月遅れで、2025 年 7 月 31 日に、約 33 万 m³に及ぶ本体空洞の掘削が完了しました。

【今後の予定】

これにより、ハイパーカミオカンデ建設におけるすべての掘削工程が完了し、プロジェクトは最も重要なマイルストーンの一つを達成しました。今後は、26 万 m³の超純水を貯める水槽を本体空洞に構築する工事を 2025 年 8 月に開始します。そして 2026 年には、装置を 2 層構造にするための構造体の組み立てが水槽内で始まり、その後、並行して光センサー等の機器の取り付けも順次進めていきます。それに向け、国内では新型の超高感度 50cm 径光電子増倍管 (PMT) の量産が順調に進んでおり、海外機関が担当する PMT 保護カバー、複眼光センサーモジュール、外水槽用光センサーユニット、電子回路システムといった各機器も開発から量産への移行をまもなく迎えます。2027 年にすべての機器の取り付けを完了し、超純水の注水を経て、2028 年に観測を開始する予定です。

○関連情報：

「ハイパーカミオカンデ」ホームページ
<https://www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp/hk/>

ニュース「ハイパーカミオカンデ空洞掘削の動画を公開しました」(2025. 6. 26)
<https://www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp/news/detail/1791/>

用語解説

(注 1) PS アンカー

プレストレストアンカー (Prestressed Anchor) の略。鋼製の緊張材にあらかじめ大きな引張力 (プレストレス) をかけて定着させることで、岩盤の安定性を高める役割を担います。

問合せ先

東京大学宇宙線研究所附属神岡宇宙素粒子研究施設
広報担当

Tel : 0578-85-9704 E-mail : kouhou@km.icrr.u-tokyo.ac.jp