

# 亜鉛の山から知の山へ

[取材現場] 神岡鉱山 (岐阜県飛騨市)

[取材先] 三井金属鉱業(株) 本社 (東京都品川区)

[取材協力者] 茂住 洋史氏 (三井金属鉱業(株) 執行役員 資源事業部長)

2015年にノーベル物理学賞を受賞された梶田隆章氏の研究を支えたニュートリノ観測施設、スーパーカミオカンデ。学生企画「土木のここに「再」注目！」の第3回は、これらニュートリノ観測施設を有する神岡鉱山に注目します。三井金属鉱業(株) (以下、三井金属)の茂住氏への取材をもとに、実験施設の建設経緯や掘削技術を探ります。

## ノーベル賞の生みの山

超新星爆発に伴うニュートリノの観測に史上初めて成功した小柴昌俊氏、そしてニュートリノ振動現象の観測を発表した梶田隆章氏は、それぞれ2002年、2015年にノーベル物理学賞を受賞されました。彼らの研究を支えていたのは、三井金属グループが保有する神岡鉱山茂住坑の地下1000mに設置されたカミオカンデ、スーパーカミオカンデなどの観測施設です。神岡鉱山は岐阜県飛騨市神岡町に位置する鉛・亜鉛鉱山で、古くは奈良時代から貴金属鉱石の採掘が行われていました。2001年に鉱石の本格採掘を停止するまで、鉛・亜鉛の資源の安定供給に貢献してきた、東洋一の規模を誇つ

た日本有数の鉱山なのです。

そんな神岡鉱山になぜニュートリノ観測施設が建設されることになつたのでしょうか。それは、ニュートリノ観測の難しさに起因します。ニュートリノを高感度に観測するためには、観測に影響を及ぼす、他の宇宙線を遮った環境が必要だったのです。そのため日本国内において、地下深い場所であり、観測に使うための豊富な水が入り可能で、かつ巨大な地下空間タンクをつくれる場所が求められていました。神岡鉱山は飛騨片麻岩という硬い岩盤の地質構造のため、大規模地下空間が自立できるほどの強度を有しており、遮蔽性・防音性にも優れ、地震にも強い構造だったの

です。「もしこのような岩盤が神岡鉱山に存在しなければ、鉛シールド建設の追加費用に100億円はかかったらどう」と、三井金属の茂住氏は語ります。さらに、神岡鉱山の地下深くに存在する豊富な湧き水の存在や、三井金属が有する採鉱技術の存在が、カミオカンデ建設の決め手となったのでした。

## 採鉱技術を応用した地下空洞建設

1981年末に東京大学からの要請を受けた三井金属は、ニュートリノ



図1 神岡鉱山と実験設備の位置図 (提供: 東京大学宇宙線研究所、編集委員により加筆・修正)



写真1 スーパーカミオカンデ建設中の地下空洞 (提供: 三井金属鉱業(株))

観測施設の建設を受け入れます。すぐさま施設設置のための地下空洞の建設に着工し、およそ1年後、1983年にカミオカンデが完成します。

鉱山跡地にカミオカンデが建設されたと思われがちかもしれませんが、実はそうではありません。当時、神岡鉱山茂住坑はまだ稼働中であり、操業を停止することなく、採掘とカミオカンデ建設が並行して行われていました。茂住氏いわく、「鉱員たちが

坑内に残っている時にもう片方の現場で発破があり、鉱員たちが煙まみれになったこともあったそうだ」とのこと。当時は坑口からカミオカン

デ建設現場までの約3kmの道のりを、トロッコ列車を使って、東京大学の研究グループも鉱員に交じって一緒に入坑していたようです。

1991年、より高精度・短時間での観測成果を得るため、スーパーカミオカンデの建設が始まります。

カミオカンデと同様に神岡鉱山の地下に建設されるのですが、大幅な性能の向上のためにカミオカンデよりも約11倍の容積を誇る直径40m、高さ62mの地下空洞が必要とされました。「実験施設としては巨大だが、採掘量自体でいえば、全盛期の神岡鉱山における約2か月分のポリウム。三井金属の技術をもつ

てすれば、前代未聞の工事ということではありません。ただし、大きな空間を保持することが目的であるために、ロッキボルト、ケーブルアンカーや吹き付けコンクリートなどの支保設計、空洞削削順序や岩盤挙動のモニタリングなどが重要な鍵でした」。スーパーカミオカンデ建設の特徴について茂住氏はこう説明します。こうしてさまざまな採掘技術と土木技術の長所が組み合わさり、スーパーカミオカンデは1996年に完成しました。

### さらなる実験施設の建設へ向けて

カミオカンデは1996年に役目を終え、現在はその跡地に次世代観測施設カムランドがニュートリノ観測を進めています。また、一辺の長さ約3kmの直交するトンネル内に重力波望遠鏡KAGRAを設置し、重力波の直接検出を目指した研究が行われています。ほかに、ダークマター調査のためのXMASS、ガドリニウムを用いたニュートリノ観測器EGADS、低温重力波レーザー干渉計CLIOなどの観測施設が神岡



写真2 三井金属鉱業(株)にて、茂住氏(中央)と集合写真

鉱山内で稼働しています。さらに、新観測施設ハイパーカミオカンデも計画されています。現在のスーパーカミオカンデよりもさらに巨大な純水タンクを備える超大型観測設備となる予定で、10年後の観測開始を目標とし、現在は建設予定地選定・地盤調査などが進められています。ハイパーカミオカンデ建設においても三井金属の採掘技術が発揮されることとなります。

このように、東洋一の規模を誇る亜鉛鉱山としての歴史を持つ神岡鉱山が、現在は知を生み出す世界的な山へと役目を変え、次々と実験施設が建設されているのです。(担当編集委員: 神谷啓太、中川拓朗)