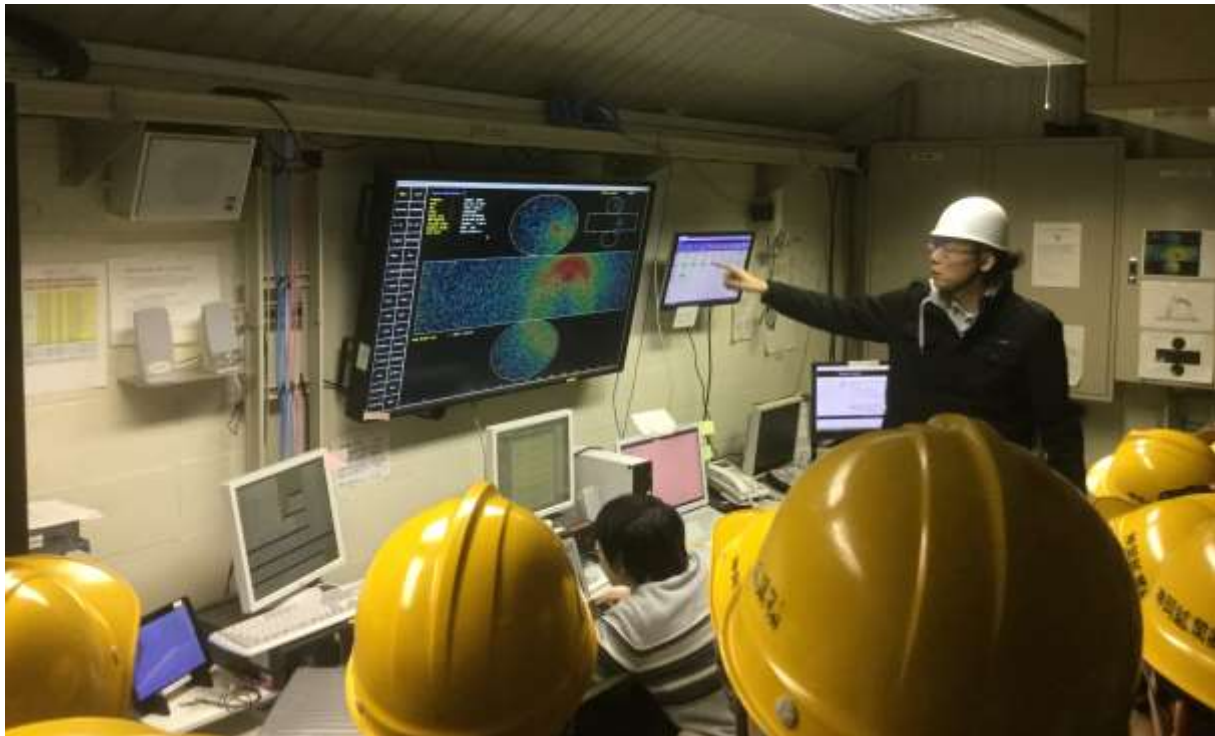


東京大学宇宙線研究所 スーパーカミオカンデ

2017年12月
中学生が訪問

に行ってきました！

同志社中学校理科・数学科



2017年12月12日、今年一番の冷え込みになったこの日、25名の中学生とともに京都駅を7時15分に出発して、岐阜県飛騨市神岡にある東京大学宇宙線研究施設スーパーカミオカンデに向かいました。東海北陸自動車道を飛騨・富山地方に北上するにつれて、急に現れる雪景色を車窓から眺めながらの4時間半のバスの旅、12時過ぎに岐阜県飛騨市にある東京大学宇宙線研究所に到着しました。

まず、スーパーカミオカンデから約3km離れた東京大学の研究施設で紹介DVDを見た後、講義を受けました。「スーパーカミオカンデとニュートリノと私」というテーマで研究者の中島康博さんが講義をしてくださいました。講義室には東京大学レゴ部が作成したスーパーカミオカンデの模型が置かれていました。中島さんは奈良出身、京都大学理学部を卒業された後、アメリカのフェルミ研究所、ローレンスバークレー研究所で研究をされ、中国での研究プロジェクトにも参加された後、東京大学宇宙線研究所の助教に迎えられたそうです。

スーパーカミオカンデの主な研究テーマの1つは宇宙から飛んでくるニュートリノという小さな粒子（素粒子といいます）を観測し、その様子を調べることです。超新星ニュートリノを発見した小柴昌俊氏、さらにニュートリノに質量があることを実験で確認した梶田隆章氏（いずれも当時東京大学教授）は、ノーベル賞を受賞されました。

私たちは中学校や高校で、自然界の物質はすべて陽子・中性子・電子で構成された原子からできていると習いますが、実は、それらはさらにクォークやレプトンと呼ばれる小さな粒子からできています。その中の1つがニュートリノです。ニュートリノは私たち人間も含め、どんな物質からも放出されています。とくに超新星爆発ではエネルギーの99%はニュートリノとなって放出されるそうです。しかし、宇宙から来たニュートリノのほとんどは人間の体、そして地球とも何の反応もせず通り抜けてしまうため、なかなか実際に観測することができませんでした。1平方センチで毎秒660億個通り抜け、地球で止まるのは平均1個というニュートリノを観測しているのがこのスーパーカミオカンデです。スーパーカミオカンデでは5万トンの水（純水という特別な水です）にぶつかったニュートリノを11000本の光電子増倍管で観測しています。

講義の後、中学生から質問がありました。

「ニュートリノの速さは?」、「純水はどうやって作るんですか?」

中島さんはていねいに答えてくださいました。また、中学生にお薦めの本として、朝永振一郎著「鏡の中の物理学」（講談社学術文庫）を紹介されました。とても有名な本です。



初めて聞くニュートリノの秘密
を中島さんは中学生にていねいにわかりやすく説明してくださいました。

最後に、中学生の皆さんへメッセージを伝えてくださいました。「答えがわからないからおもしろい」、「国際性の高さも研究の魅力の一つ」など学ぶこと、学び続けることの魅力を話してくださいました。



講義の後はいよいよスーパーカミオカンデの中に入ります。神岡鉱山内に作られた実験施設に全員ヘルメット着用で、バスで入坑しました。今、カミオカンデでは 150 人の研究者が働いておられ、その半分が海外からの研究者です。宇宙線の国際会議も高山市（カミオカンデの近く）で開催されたこともあるそうです。さすが世界最先端の研究施設ならではの。



バスから下りた私たちは坑道を移動し、5万トンの純水のプールの真上に立ちました。（上の写真）ドーム型の屋根の上 1000mの岩盤を通りぬけ、床も通りぬけて、ニュートリノは私たちの真下にある純水にぶつかって観測されます。この後、コントロールルームで説明を受けました。コントロールルームはモニターでニュートリノなど宇宙から飛んできた物質を観測している場所です。私たちが説明を受けている間も研究者の方がじっとモニターを見て観測されていました。（1ページ目の写真）東京大学助教の亀田さん（白いヘルメットの方）がモニターに映る反応からニュートリノを発見する方法を教えてくださいました。モニターに映っている円柱の大きな展開図とその右上の小さな展開図画面での反応の違いでニュートリノかどうかを判定できます。

現状からの規模の拡大と性能アップ（増倍管の感度改善）のため、「ハイパーカミオカンデ」の計画が進められているそうです。現在の 10 倍の感度を目指して準備されているとのことでした。このハイパーカミオカンデの研究を通して、ニュートリノの研究の発展とともに宇宙の謎である「CP対称性の破れ」を観測できる（参考URL：<http://www.hyper-k.org/physics/phys-cp.html>）かもしれないとのことでした。

今回、私たちのために準備、運営くださった皆さまに感謝いたします。

（数学科 園田）



<参加者の感想>

僕は12月12日にスーパーカミオカンデの見学に行った。そこで、ニュートリノの詳しいことやスーパーカミオカンデの仕組みなどを学び、スーパーカミオカンデの結果はこの先の未来のことに役立つと思った。

そもそもスーパーカミオカンデとは、岐阜県の上丘町にある東京大学の宇宙素粒子（ニュートリノ）についての研究施設である。ニュートリノは、物質をつくる最小の単位である素粒子の一つで、身の回りのものからは直接的には含まれておらず、太陽や超新星爆発、ビッグバンなどから放出される。そんなニュートリノについてのことを調べるのがスーパーカミオカンデである。しかし、ニュートリノは簡単には観測できない。なぜなら、観測できるのは非常にまれで、宇宙線がだいたい途絶える地下1000mの所にある。（中はあまり寒くはなく、気温は一定となっている）実験水槽は直径45mで中にはとても純粋な水が50000tと、全方向に大型光センサー（計11000個）がある。このスーパーカミオカンデの実験からニュートリノ振動や、ニュートリノには質量があるということがわかった。

僕は、この施設の結果からビッグバンが起こった時の様子など宇宙のたくさんの謎がわかると思った。

身近にある水を使って、このような素晴らしい結果を生み出した事はすごいと思いました。一秒間に数兆個も体を通るニュートリノを観測するのは、簡単そうだなと思っていたけど、他の物質も混じっているのが大変なんだという事がわかりました。水槽の水の量は5万トンと、想像していた以上に入っていたので驚きました。そして、超純水の管理をし続ける事も、大変だけど大切な作業なんだなと思いました。

ノーベル賞を受賞された梶田さん達が、とても小さな変化に気がつき、光センサーがたくさん破損しても諦めなかった事がすばらしい結果につながって、現在もこのように実験が続いているのだと思いました。自分の身の周りにある木や石や生き物など、当たり前の物にもっと目を向ければ、今まで気付かなかった何かを発見するかもしれないと思いました。

新しく建設されているハイパーカミオカンデにもぜひ行きたいです。これから、どんな新しい発見があるのかとても楽しみです。今日は、宇宙からのメッセージであるニュートリノの存在を感じる貴重な経験ができました。ありがとうございました。

今回、スーパーカミオカンデに行って、梶田先生がニュートリノの振動を見つけたことがとても素晴らしいことだとはっきり感じることができました。その理由として2つあげられます。

1つは今までの常識をくつがえしたことです。いままで素粒子には振動がないと考えられていたのを梶田先生はそこに注目し研究をされたからです。2つ目はニュートリノを検知するために必要なスーパーカミオカンデを作る技術や環境、そして一瞬のニュートリノをも見逃さないように努力する人がいるということです。人間も含め、地球全体をニュートリノは貫通しながら通り抜けているのを何個もの大きな光センサーと普通だと考えられないほどの純粋な水、そしてニュートリノを検知するのにあたって邪魔な宇宙線をできるだけ少なくするために地下を掘る技術や環境があったからです。それでもニュートリノをなかなか検知されないらしく検知されても一瞬でその一瞬をとらえなければいけないそうです。それらの大変なことを一生懸命にしていた人達がいたからこそ素晴らしい発見ができたんだと思いました。