

Vietnam School on Neutrinos 2025 参加体験記

神戸大学

青山 真也

aoshin@stu.kobe-u.ac.jp

東京科学大学

阿部 透真

t-abe@hep.phys.titech.ac.jp

東北大学

小林 綜太

kobayashi.sota.t2@dc.tohoku.ac.jp

岡山大学

浅井 彩那

p9k32om4@s.okayama-u.sc.jp

京都大学

印藤 孝太朗

indo.kotaro.78v@st.kyoto-u.ac.jp

慶應義塾大学

堀内 昇悟

horiuchi@keio.jp

2025 年 (令和 7 年) 8 月 1 日

1 概要

2025 年 7 月 15 日から 7 月 25 日まで、ベトナムのクイニョンにある International Centre for Interdisciplinary Science and Education (ICISE, 図 1) にて開催された Vietnam School on Neutrinos (VSoN) 2025¹ に参加させていただきました。本スクールは、日本とベトナムのニュートリノ研究者の協力によって開催されており、今年で 9 回目を迎えました。

日本からは 6 名の学生が参加し、日本、ベトナム、マレーシア、インド、オーストラリア、クロアチア、中国、モンゴルの学生、あわせて計 22 名で交流することができました。

本スクールは以下の 4 つで構成されていました。

- 素粒子物理学の理論および実験に関する講義
- 光センサーを使用した実習（ハードウェア）
- NEUT などを用いた実習（ソフトウェア）
- グループワークおよび発表（ミニプロジェクト）

これらの機会や空き時間には、多文化が交錯する環境の中で、大変刺激的な時間を過ごすことができ、自分自身が成長できたと感じています。

各項目については、以下のように分担して執筆を担当しました。

1. 印藤：概要
2. 小林：講義

3. 阿部：ソフトウェアトレーニング
4. 浅井：ハードウェアトレーニング
5. 堀内：ミニプロジェクト
6. 青山：ベトナムでの生活、謝辞



図 1: VSoN で滞在していた ICISE の写真。周りを緑と海に囲まれ、リラックスできる素晴らしい場所でした。

2 講義

スクールには学部生も参加していたため、レクチャーの内容は比較的優しいという印象でしたが、それでも毎授業新しい知識や視点を得ることができました。ニュートリノ物理の実験分野に焦点を当てたスクールだったので、カミオカンデ実験シリーズの変遷や、大気ニュートリノの観測実験から加速器ニュートリノ実験への発展を追

¹<https://ifirse.icise.vn/nugroup/vson/2025/index.html>

うことができました。徐々にニュートリノの謎が明かされていくところは、当時の研究者の気持ちを思うと、とても楽しい時期だっただろうなと思いました。

またスーパーカミオカンデによるニュートリノ振動の観測を例に、新事象の発見が認められるためには、どのような追加実験をする必要があり、どのような反対意見を検証するのかといった議論は、今後の研究活動のためになったと思います。

ニュートリノ物理の理論部分に焦点を当てた講義も開かれました。後の雑談で分かったのですが、今回参加していたベトナムの学生は理論に対して興味を持っている人が多く、講義でも様々な質問があがりました。講義の持ち時間を超えてしまうことがしばしばで、私も学習や研究の機会を今以上に大事にしなければいけないと、一層身が引き締まる思いでした。

英語による講義はスライドによる説明もあったため、全体的に聞き取ることができました。しかし質疑応答は少し困難も感じました。聞き取れなかったことや、質問の意図を明確にできない聞き方をしてしまった場面があり、何度も聞き返している時は、とても悔しい気持ちでした。日本でもトレーニングして、学習ツールとしての英語能力を磨きたいです。

スクールと同時並行で Neutrino Physics という会議も開かれていたため、そちらに参加していた外国人講師の授業も受けました。講義中に質問を頻繁にしていた学生に、ある講師が「自分の疑問に蓋をしないで」というのが印象に残っています。私にとっては「なぜだろう、どうしてそうなるのかな」といった疑問が、勉強や研究の原動力であり種だと感じます。目の前のタスクに気を取られ、物理に向き合う動機が薄れていましたが、気持ちを新たにこれから頑張ろうと思いました。

全体を振り返ってみると、非常に分かりやすく勉強になる講義でした。自分の大学や研究室ではなかなか受けることができない内容もあったので、自分の知識が広がったことを実感できました。日本と近いアジア圏の国にも、物理に興味を持って切磋琢磨している学生がいて、その人たちと仲良くなれたのは非常に嬉しかったです。このベトナムスクールの経験は、今後の研究生活の中でも度々思い出し、自分の励みになると思います。

3 ソフトウェアトレーニング

3.1 粒子識別

初日のソフトウェアトレーニングでは、スーパーカミオカンデでの粒子識別を行いました。スーパーカミオカンデではニュートリノが入射し反応した際に放出される荷電粒子がチェレンコフ光を放出し、それを PMT で

検出することで事象を観測します。かつてカミオカンデではチェレンコフ光のリングの特徴から目視で粒子識別を行っていましたが、スーパーカミオカンデでは 99 % 以上の精度で機械的に粒子識別ができるようになっていくということです。この目視での粒子識別を体験するために、シミュレーションによるスーパーカミオカンデの PMT の信号を用いて、電子ニュートリノとミューオンニュートリノの識別を行いました。

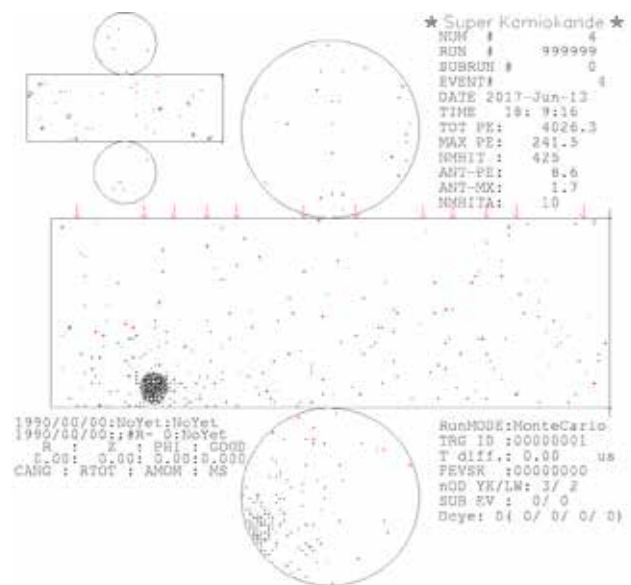


図 2: 識別が難しい事象の例。これはミューニュートリノの事象ですが、発生点が壁際に近く、リングの形状が明瞭に確認できません。

本トレーニングでは、6つのグループに分かれて、与えられたニュートリノ事象の粒子識別を行い、正答率を競うミニゲームも行いました。1問ミスと惜しかったグループでは、間違えた事象が図2のようなニュートリノの反応点が壁際に近いイベントとなっていました。このようなイベントではチェレンコフリングが特徴を示す前に PMT まで到達してしまうため、すべてのイベントで完璧に粒子識別を行うのは困難であることを実感できました。

3.2 NEUT

ソフトウェアトレーニングの2日目には NEUT を用いたバックグラウンドイベントのシミュレーションを行いました。NEUT はニュートリノの相互作用をシミュレートするためのソフトウェアであり、スーパーカミオカンデのようなニュートリノ検出器でバックグラウンドとなるミューオン事象を再現することができます。

本トレーニングでは、実際に NEUT を動かすことでミューオン事象のシミュレーションを行いました。主にシミュレーション条件を指定して NEUT を動かす方法

や、ROOTを用いたデータの解析について学びました。CUI上でのソフトウェアの操作ということで、不慣れな学生も多かったですが、ともに学ぶことで操作方法を習得し、スーパーカミオカンデのバックグラウンド事象のシミュレーションを行うことができました。

4 ハードウェアトレーニング

ハードウェアトレーニングでは、4つのグループに分かれてPMTやMPPCを用いた実験を行いました。私のグループでは、宇宙線ミュオンをプラスチックシンチレータとMPPCを用いて検出する実験を行いました。4層のプラスチックシンチレータでコインシデンスを取ることで、宇宙線ミュオンの信号とノイズを区別しました。オシロスコープで信号が取れていることを確認した後は、図3のようにプラスチックシンチレータを傾けて宇宙線ミュオンの天頂角分布を推測するという実験を行いました。

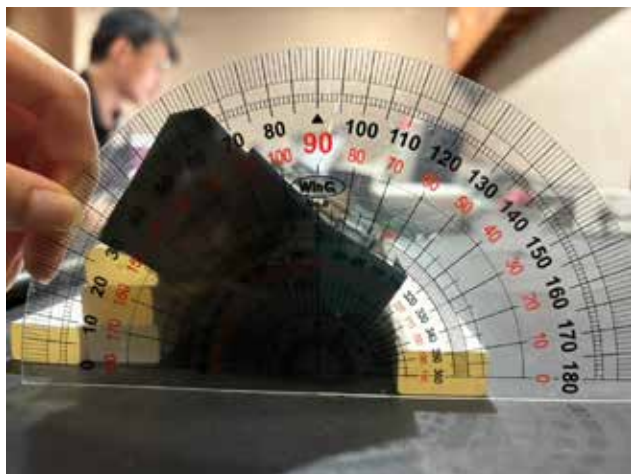


図3: プラスチックシンチレータを傾けて、宇宙線ミュオンの信号を測定している様子。

同グループには博士課程、修士課程、大学1年生と様々な学生がいたので経験値にも差があり、グループ一体で実験をうまく進めることができませんでした。MPPCを初めて扱う仲間にも、その原理を英語で伝えることは困難でしたが、大きな学習となりました。そのようなコミュニケーションを通して、メンバー同士の仲も深まり、次第にチームワークを発揮してデータ取得を行うことができました。私自身、国際的な場で実験を進めるのは初めてのことでしたが、物理を通じて彼ら彼女らと意思疎通を図りながら実験を進めることができるようになったのは、研究者を目指す者として大きな一歩になったと感じています。

帰国後もSNS等で連絡を取り合うような仲間に出会うことができたのは、素晴らしい機会だったと感じています。

5 ミニプロジェクト

ミニプロジェクトは22名の参加者を3, 4人のグループ6つに分け、各グループで物理の課題に取り組み、発表を行いました。課題の内容は、実験志向のものか理論志向のものの選択肢から1つ選ぶことができ、筆者のグループは実験的志向課題の中から「原子炉のためのニュートリノモニタリング」という課題を選択しました。

具体的には、原子炉から出てくるニュートリノをモニタリングすることで、原子炉内部の状態を稼働を止めることなく確認することができるという内容です。図4は最終日に行われたグループ発表の様子です。

ミニプロジェクトは、講義やハードウェアトレーニングと違い、指導者が中心となって進められるのではなく、学生同士の協力によって遂行しなければならないため、グループによっては物理や数学について英語で伝えることに苦労したり、異なるバックグラウンドを持つメンバーでチームワークを構築するのに苦労したようです。

筆者のグループは、日本人で博士課程の筆者とクロアチアの修士課程の学生、そしてベトナムの学部1年生の3名でした。ベトナム人の彼は、まだそれほど論文を読んでプレゼンテーションをするという経験は積んでいないと思われますが、積極的に調べ、担当箇所のプレゼンテーションまで問題なく作成してくれました。

また、ミニプロジェクトでは教室ではなくICISEの好きな場所で作業することができたため、クロアチア人の彼はタクシーに乗ってホテルに戻り、快適に作業をしていました。

結果としてミニプロジェクトはどのチームにとっても、将来海外の研究者と協力して物理の研究をすることの難しさを体感する機会となり、このベトナムスクールの大きな目的を果たすことができたと思います。



図4: ミニプロジェクトでの最後のプレゼンテーションの様子。

6 ベトナムでの生活

ここからは、ベトナムでの生活の様子について紹介します。滞在先のホテルはスクール側で手配されており、朝食もホテル内で取ることができました。また、ホテルはクイニョン市内に位置していたため、コンビニや薬局、ナイトマーケット、屋台などへもすぐにアクセスできました。クイニョンの街は、夜遅くまで人通りが多く、朝も早い時間から活動が始まっていました。市内ではバイクの走行が非常に多く、信号の数は少なかったです。道路を渡る際は、車両の流れを見ながらタイミングを図る必要があります。最初は勝手がわからず戸惑いました。ホテルでは2人1部屋の相部屋で、多くのベトナム人学生と交流する機会がありました。洗濯店に連れて行ってもらったり、スクール終了後にナイトマーケット（図5）や屋台で食事をしたり、休日に観光へ案内してもらうこともありました。スクールが開催されたICISEは自然に囲まれた場所にあり、近くにはビーチもありました（図6）。休憩時間には海を眺めに行くこともあり、海水浴をしている学生の姿も見られました。昼食と夕食はICISE内で提供され、学生と講師と一緒にテーブルを囲みました。さまざまなベトナム料理を食べながら、また、お酒を飲みながら、互いの国の文化について話をするのも多いに盛り上がりました（図7）。当初は英語でのコミュニケーションに不安がありましたが、拙い英語でも話を聞いてもらえたり、理解しやすいように言い換えてもらえる場面が多かったです。多くの学生が日本文化に関心を持っており、アニメや漫画、音楽の話題ではよく会話が続けました。

7 謝辞

この度のVSoNに参加するにあたり、Son氏をはじめとする多くの関係者の皆様に深く感謝申し上げます。皆様の温かいサポートのおかげで、非常に有意義な時間を過ごすことができました。講義やミニプロジェクトでは、物理学の専門的な内容を多角的に学ぶことができ、大変刺激を受けました。参加者同士での意見交換や交流の中で、多様な考え方やアプローチに触れることができたことは、自分の視野を広げる貴重な機会となりました。本スクールを通じて得られた国際的なつながりと学びの機会が、今後のニュートリノ研究や人材育成において、より一層実りあるものとして発展していくことを願っております。末筆ながら、今回のプログラムに関わってくださったすべての皆様に、改めて御礼申し上げます。



図 5: クイニョンのナイトマーケットの前で撮った集合写真。



図 6: ICISE 内にあるビーチ。



図 7: クイニョン市内を散歩中に撮った集合写真。