

■会議報告

国際会議 Next Generation Nucleon Decay and Neutrino Detectors (NNN22) の報告

東京理科大学理工学部

石塚 正基

ishitsuka@rs.tus.ac.jp

東京大学宇宙線研究所

早戸 良成

hayato@suketto.icrr.u-tokyo.ac.jp

東京大学宇宙線研究所

中山 祥英

shoei@suketto.icrr.u-tokyo.ac.jp

2022年（令和4年）11月21日

1 会議の概要

去る2022年9月28日（水）から9月30日（金）まで飛騨市文化交流センターにおいて”The 21st international workshop on Next Generation Nucleon Decay and Neutrino Detectors (NNN22)”を開催しましたのでご報告いたします。

陽子崩壊を探索するための高性能な検出器は、同時に高感度のニュートリノの検出器でもあります。陽子（核子）崩壊の発見を目指して建設されたカミオカンデは、そのバックグラウンドである大気ニュートリノの観測からニュートリノ振動の兆候をつかんだのみならず、検出器の改良を経て、より低エネルギーの太陽ニュートリノのリアルタイム観測を実現し、さらに世界で初めて超新星ニュートリノを捉えて、ニュートリノ天文学を開拓しました。カミオカンデの成功を受けて1996年に観測を開始したのがスーパーカミオカンデです。KAMIOKANDEのNDEはNucleon Decay Experimentですが、Super-KamiokandeのNDEは上記の略称に加えてNeutrino Detection Experimentを略した名称ともなっています。本会議はその名前が示す通り、「陽子崩壊の発見とニュートリノの研究を目的とする次世代検出器を実現する」という明確なテーマを設定し、世界中の専門家が活発な議論を通して次世代の計画を練り上げていくことを目指しています。そのため、発表内容は関連分野の理論家、実験家による最新の研究状況にとどまらず、検出器やデータ解析の専門家、建設を現場で主導する研究者により、世界各地における次世代検出器開発、建設の最新状況が報告されます。本会議は1998年にスーパーカミオカンデ実験によりニュートリノ振動の発見が報告された翌年、1999年にニューヨーク州立大学ストーニーブルック校（現在はStony Brook University）で第一回が開催されました。

2 会議の運営

今回の会議は対面での参加を基本とし、講演者も2名以外は会場での参加でした。コロナ禍の中での開催でしたが、111名と過去の例と比べても多くの参加者が集まりました。

参加人数に対して十分な余裕を持った大規模な会場で開催し、日数分の抗原検査キットを参加者全員に配布して毎朝の確認をお願いするなど、感染対策に細心の注意を払って実施しました。会議は3日間の開催とし、最終日には後述のように現行実験サイトと次世代実験の建設サイトを巡るツアーが企画されました。本会議の開催では地元の皆様ならびに飛騨市から大きなご支援をいただきました。飛騨市と東京大学宇宙線研究所は平成29年に学術研究の発展や研究人材の育成、地域活性化などを旨として連携協力協定を締結しております。今回は飛騨市の職員の方々による手作りの観光案内パンフレットも配布され、海外からの参加者にも飛騨古川の美しい景観などを楽しんでいただけたように思います。

現在、次世代の大型核子崩壊・ニュートリノ実験装置として、中国ではJUNO、米国ではDUNE、日本ではHyper-Kamiokandeの建設が進められています。今回の会議ではこれら3つの実験の建設状況や検出器開発状況ならびに物理測定感度、機械学習を取り入れたデータ解析の新しい取り組みなどが報告されました。それぞれの建設の状況として、JUNOは液体シンチレータ検出器の建設を進めており、2023年に完成の予定です。DUNEは実験サイトの掘削と並行して、液体アルゴン検出器を大型化するための測定器開発を



図1 会議中に撮影された参加者の集合写真。

進めています。Hyper-Kamiokande からは 2027 年の観測開始に向け、実験サイトの掘削と検出器の建設準備が順調に進んでいることが報告されました。また、Hyper-Kamiokande, DUNE に向けた加速器のアップグレードや前置検出器の設計なども最新の状況が報告されています。久々の対面での国際会議ということで、ポスターセッションでは自分の研究内容を熱心に説明する若手研究者の姿が多く見られました。参加者もその熱意に触れ、良い刺激を受けられたように思います。ポスターセッションでは審査員により選出された3名が表彰されました。会議のスライドは以下のページから参照できます。

<https://www-kam2.icrr.u-tokyo.ac.jp/event/13/>

3 実験サイト見学ツアー

会議最終日のセッション後には、希望者による実験サイト見学ツアーを実施しました。飛騨市古川の会議会場から神岡の町まではバスで約 30 分の距離であり、60 名近い参加者がいくつかのグループに分かれて Hyper-Kamiokande の地下建設サイト、Super-Kamiokande, KamLAND をまわりました。Hyper-Kamiokande では、巨大検出器水槽が入る本体空洞の掘削開始に向けて空洞中心部まで伸びる約 2km のトンネルが完成しており、若い研究者はその地下空間の広さに圧倒されている様子でした。初期の NNN 会議から参加してきたベテランの研究者は、20 年以上前に構想が始まった Hyper-Kamiokande が実現に近づいているのを目の当たりにして大変感慨深いと喜んでおりました。一方、現行のプロジェクトである Super-Kamiokande と KamLAND では、硫酸ガドリニウム水循環純化装置や液体シンチレータの純化装置など、実験のコアとなる重要な装置も見学してもらうことができました。核子崩壊探索とニュートリノ観測の一大研究拠点である飛騨の地で、研究の最先端を存分に感じてもらうことができたと思います。



図2 建設中の Hyper-Kamiokande で外周トンネルを歩く見学参加者たち。

4 おわりに

1999 年に開催された第一回の NNN 国際会議では、陽子崩壊探索とニュートリノ観測の将来計画として、水チェレンコフ検出器、液体アルゴン検出器、シンチレータ検出器の構想が提案されました。23 年後となる今回の NNN では Hyper-Kamiokande, DUNE, JUNO の建設状況が報告されるなど、次世代検出器がいよいよ現実のものになろうとしています。NNN の立ち上げ時の目的はこれでほぼ達成されたこととなりますが、会議の最後には NNN Steering Committee の Chair である Chang Kee Jung 氏から、今後も継続して NNN を開催することが宣言されました。今後の NNN では次世代検出器による最初のニュートリノ事象を始めとして、CP 対称性の破れの測定、陽子崩壊探索、宇宙ニュートリノ観測などの結果が報告され、それらと並行して新しい検出器のアイデアが議論されることとなります。今後の NNN にも是非ご注目ください。