

PhyStat-v Workshop on Statistical Issues in Experimental Neutrino Physics

マーク・ハーツ Mark Harz

Kavli IPMU 助教

2016年5月30日から6月1日まで Kavli IPMUで開催されたニュートリノ物理実験における統計的な問題に関するワークショップ、PhyStat-vには、世界中から90名を超える素粒子物理の研究者と統計の研究者が参加しました。このワークショップは、現在および将来のニュートリノ実験から得られるデータの解釈に利用される統計的方法を主題とするものでした。

ニュートリノ振動現象によるニュートリノの質量の発見は、素粒子の標準模型を超える物理への新たな窓を開き、梶田隆章、アーサー B. マクドナルド両氏に2015年のノーベル賞をもたらしました。現在、ニュートリノ実験は、ニュートリノ振動現象およびニュートリノが他の素粒子に比べて極めて小さい質量を獲得するメカニズムについて、さらなる理解を得ることを目指しています。未解決の問題には、次のようなものがあります。ニュートリノと反ニュートリノの振動は異なるか（いわゆるCPの破れ）？ ニュートリノは自分自身の反粒子か？ 質量の固有状態のニュートリノは3種類あるが、その質量の

順番は？ 振動を支配するパラメータの精密測定により、ニュートリノの質量行列に潜む対称性が見られるか？

こういった未解決の問題を調べるため、ニュートリノ物理の研究者は、ますます複雑化した大規模な人的、予算的資源を必要とする実験を実施しています。従って、実験から最大の情報を得ることと、推定されたニュートリノモデルのパラメータについての情報およびモデルの選択の統計的健全性を保証することが重要です。PhyStat-vワークショップは3つの主要な統計的問題、すなわち、事象の分類、パラメータの推定、モデルの選択について取り組みました。

事象の分類とは、物理学者が検出器で測定された生データを物理過程として解釈する手順のことです。例えば、ニュートリノ検出器中で観測された光のパターンは、1個または2個以上の荷電粒子が測定器の物質中を伝播してチェレンコフ光を放射したと解釈することができます。このワークショップでは、boosted decision tree およびノンパラメトリックベイズ事象再構成など、生データから引き出す情報を最大化できる新しい方

法が発表されました。

パラメータ推定は、観測されたデータが与えられた時にモデルのパラメータに対して許される値を推定することを意味します。PhyStat-vでは、古典的方法とベイズ法の両方について、パラメータに物理的な限界がある場合や、パラメータに対する信頼区間として両側、片側のどちらを選ぶか決める場合のような難しい場合に焦点を合わせた発表がありました。

モデルの選択というテーマは、次世代の実験が順階層と逆階層の二つの選択肢が存在するニュートリノの質量階層を測定することから、多大な注目を集めました。この測定は連続的なパラメータの測定ではなく離散的な値の決定を必要とするため、何が有意な結果となるかをナイーブに予想すると間違える可能性があります。古典的方法とベイズ法の両方によるモデル選択の方法が議論され、LHCのデータを用いてヒッグス粒子候補のスピン・パリティを決定した、同じような離散的値の決定との比較が行われました。

Kavli IPMUで開催されたPhyStat-vワークショップはニュートリノ物理分野で最初のPhyStat-vワークショップで、ニュートリノ実験における統計的方法について将来行われるワークショップの礎をつくりました。第2回PhyStat-vワークショップは9月19日から21日にアメリカのフェルミ国立加速器研究所で開催される予定です。

