

高等研究院 研究プロジェクト

エネルギーフロンティア実験による
新素粒子の発見

Discovery of the new particles at the energy frontier experiment



大学院理学研究科 准教授

戸本 誠

Makoto Tomoto



とももと プロフィール

1994年 名古屋大学理学部 卒業
1996年 名古屋大学大学院理学研究科
素粒子・宇宙物理学専攻 博士前期課程
2001年 名古屋大学大学院理学研究科
素粒子・宇宙物理学専攻 博士後期課程 博士(理学)

研究経歴

2001年 高エネルギー加速器研究機構 COE 研究員
2001年 米国フェルミ国立加速器研究所 Research Associate
2006年 名古屋大学大学院理学研究科
素粒子・宇宙物理学専攻 准教授

研究分野

素粒子実験、高エネルギー加速器での素粒子「標準模型」の検証と、
それを超える新しい現象の探索

受賞歴、レクチャーシップなど

2001年 高エネルギー物理学奨励賞

核研究所の世界最高エネルギーLHC加速器実験で14TeVの陽子・陽子衝突により、これまでの理解よりもさらに一桁極微な 10^{-19} メートルの人類未踏の素粒子世界を探索する国際共同研究が始まる。ヒッグス粒子がLHC実験で発見されることは確実であり、世界中の素粒子研究者が注目している。また、「電弱力」と「強い力」との更なる力の統一へと導く現象が発見されるかもしれない。クォークやレプトンを構成するような究極粒子が発見されるかもしれない。人類未踏のエネルギーでの陽子・陽子衝突から生成する事象は、人類が思いもよらない新しい素粒子現象を捉える可能性を十分に秘めている。本研究プロジェクトは、この国際共同LHC実験を積極的に推進し、ヒッグス粒子の発見、さらに、「標準模型」を超える新しい素粒子現象を捉えることを目指す。この新しい物理を作り出す加速器、それらを捕らえる検出器の建設は最終局面をむかえ(図2)、本学研究チームでは、研究員・大学院学生を有機的に組織し、LHC実験の一つATLAS検出器の建設研究を牽引している(図3)。本研究プロジェクトによる新しい物理を発見する準備が整った。今後の素粒子物理学の展開を楽しみにして欲しい。

今後の抱負

素粒子物理学は新しい展開をむかえようとしており、ますます活気づくと期待できる。この時期に、高等研究院での研究プロジェクトに集中できることは素晴らしい。是非、新しい素粒子を本学独自の切り口で発見したい。そして、本学での最先端素粒子研究を世に発信したい。

本院への期待

国際共同実験による研究は、実験現場と本学との間の機動力を活かした研究が鍵となる。高等研究院での研究に集中できる環境構築には期待している。さらに、素粒子物理学の面白さ、重要性を大学内外に伝えられるよう協力をお願いしたい。

本研究プロジェクトは、国際的かつ大型世界最高エネルギーフロンティア加速器実験を積極的に推進し、未知の新素粒子を発見することを目指す。

我々の周りにある全ての物質はクォークとレプトンと呼ばれる基本構成粒子により構成される。例えば、水素原子は陽子と、レプトンの一種である電子からなり、そして、陽子は3個のクォークにより構成される。3個のクォークは「強い力」により陽子として形づけられ、電子と陽子の間には「電磁気力」が作用することにより水素原子はこの世の中に存在する。以上のような素粒子現象は、これまでのところ「標準模型」として理解され、20世紀半ばから急成長を遂げた高エネルギー加速器実験で、 10^{-18} メートルの極微な素粒子世界を高精度に検証して

いる。「標準模型」では、6種類のクォークと6種類のレプトンを基本構成粒子とし、それらの間に「電磁気力」、「弱い力」、「強い力」の3種類の相互作用(力)が働くとする(図1)。さらに「標準模型」は、かつて100種類以上ある原子を周期律表でとりまとめたように、複数の素粒子による現象を対称性に基づき統一的に扱う試みにも成功している。実験的に未発見であるヒッグス粒子が、この「電磁気力」と「弱い力」との統一、つまり「電弱力」の構築成功に導いている。さらに、ヒッグス粒子は、「素粒子がどのように質量を獲得し、何故、各々の素粒子が別々の質量を持っているのか?」という質量起源の疑問を解く鍵となる粒子である。

スイス・ジュネーブ市近郊にある欧州CERN原子



図1: 素粒子標準模型で示される素粒子。基本構成粒子であるクォークを赤色、レプトンを青色、そして力の媒介粒子を緑色で表す。標準模型の枠組みで未発見粒子であるヒッグス粒子(右下のボール)、標準模型を超える粒子の一つである超対称性粒子も図示する。この模型の向こう側には、さらに究極な素粒子現象が、LHC実験で見られるかもしれない。



図2: 建設途中のATLAS検出器の写真(上図)と検出器の概念図(下図)。直径22m長さ44mの円筒形の検出器で新しい物理反応による反応を観測する。



図3: 実験を間近に控え、試運転を進める本学の若手研究者。若者の現場での機動力ある研究が鍵となる。また、海外研究者と実りある議論をすることは日常茶飯事だ。