所属：鶴岡工業高等専門学校　創造工学科　基盤教育グループ

研究タイトル：

ヒッグス粒子の不思議に注目した未知の物理の探究



氏名：	桜井　亘大 ／ SAKURAI　Kodai	E-mail：	kodai.sakurai@tsuruoka-nct.ac.jp
職名：	助教	学位：	博士（理学）

所属学会・協会：	日本物理学会
キーワード：	素粒子現象論、ヒッグス粒子、暗黒物質
技術相談 提供可能技術：	• 物理モデルの数値的シミュレーション・数値解析 • 数式処理ソフトを用いた理論計算・数値解析 • 大規模データの可視化・解析

数学

研究内容：

背景

我々の身の回りにある物質を細かく分解していくと、素粒子と呼ばれる最小の単位にたどり着く。例えば、身近にある水に注目すると、水→水分子→原子→原子核→陽子・中性子→クォークとよりミクロな粒子に分けられる。ここで現れるクォークは物質を構成する基本要素の一つであり、素粒子と呼ばれる（また、原子を構成する電子も素粒子である）。

現在までに 17 種類の素粒子（図 1）が発見されている。これらは「標準理論」と呼ばれる理論によって記述されており、素粒子同士の相互作用や質量の起源を説明する。標準理論の正しさは様々な実験によって確かめられてきた。その中でも重要な役割を果たすのが加速器実験である。加速器は電子や陽子などを光速近くまで加速し、互いに衝突させることで人工的に高いエネルギー状態を作り出し、その中で起こる素粒子反応を観測できる。実際、その大きな成果の一つとして、世界最大の加速器 LHC（Large Hadron Collider）実験によって 2012 年にヒッグス粒子（他の素粒子に質量を与える役割を持つ粒子）が発見された。

標準理論は現在のところ多くの加速器実験の結果と矛盾しないが、その一方で標準理論だけでは説明できない現象も知られている。その例として、ニュートリノが飛行中に別の種類に変わる「ニュートリノ振動」や、宇宙に大量に存在する目に見えない「暗黒物質」、さらに宇宙初期に粒子と反粒子の数にわずかな違いがなければ現在の宇宙は成り立たないことなどが挙げられる。こうした未知の現象を説明する標準理論の背後にある真の理論を解き明かすことが、素粒子現象論分野の大きな目標の一つである。この目標に向けて、私は以下の研究を行っている。

研究テーマ 1：精密理論計算によるヒッグスセクターの構造解明

内容：素粒子理論におけるヒッグスセクター（ヒッグス粒子を記述する部分）は、まだ実験的に十分に検証されておらず、その全体像は明らかになっていない。私は、加速器実験で生成されるヒッグス粒子の崩壊現象に対する理論予言をより高精度に行う研究を進めている。理論計算を精密化することで、未知のヒッグスセクターの構造をより詳しく検証することが可能となる。

活用する技術：Mathematica を使った素粒子反応の自動計算、Fortran を用いた高速数値計算による理論予言の精密化など。



図 1 素粒子の種類

研究テーマ 2：ヒッグス粒子と標準理論未解決問題との関係の解明

内容：標準理論を拡張した多くの理論では、ヒッグスセクターが重要な役割を果たす。特に、暗黒物質の起源を説明する理論では、暗黒物質とヒッグス粒子の間に深い関わりがあることが示唆されている。私は、この関係を明らかにするための研究を行っている。

活用する技術：Python、Mathematica を用いた相転移現象のシミュレーションや微分方程式の数値解析など。

提供可能な設備・機器：

名称・型番（メーカー）	