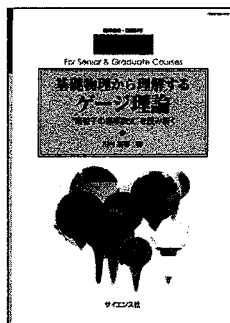


## 基礎物理から理解する ゲージ理論

“素粒子の標準数式”を読み解く

川村嘉春著, B5判, 224頁, 本体2296円, サイエンス社



素粒子の標準模型は万物の根源たる素粒子とその間に働く力を見事に描写する優れた理論である。標準模型はゲージ場の量子論で記述され、加速器実験等で得られる多くのデータを矛盾なく説明する。理論が存在を予言したヒッグス粒子も2012年にLHC実験で発見され、標準模型の成功は誰の目にも明らかとなった。

その一方、標準模型は重力を含んでおらず、また強い力と電弱力を統一していない点でも明らかに暫定的な理論である。また、模型の建設から半世紀もの長い年月が経ち、暗黒物質やニュートリノ微小質量等、標準模型では説明することができない現象も知られている。

これから素粒子物理を目指す若い人にとって主な関心は、上記の諸問題を解決する新理論の構築やその検証等にあるに違いない。しかし、新理論に迫るためにもまずは標準模型を理解する必要がある。本書はそのような目的にぴったり当てはまる新しいタイプの入門書である。基礎となる知識を整理しつつ標準模型の全体像を知り、数式の物理的意味を最短で理解するためのミニマム教程といえるが、話の進め方は他の入門書とはかなり異なる。

本書の狙いは標準模型のラグランジアン（著者はこれを素粒子の標準数式と呼ぶ）の各項の意味を読み解き、関連する法則を系統的に理解することにある。その特徴は3つのキーワード「標準」「基礎」「解説」で表される。標準的な標準模型の理解を目指し、学部3年までの基礎物理から始め、ゲージ理論を経て標準模型の全体像に迫る。標準数式を暗号になぞらえ読者がその解説を試みつつ理解を深めるといったユニークな手法である。

本書の対象は基礎物理を学び終えた学部3年生や4年生であろうが、著者は基礎物理を今から学ぶ学部の新入生でも読めるよう配慮したという。実際に各章は大変丁寧に書かれており、付録では本文の理解に必要な数学がきちんと紹介されている。とはいえ本書で目指すものは初年級の学部生にとっては相当レベルが高いことには違いない。読み通すことは簡単ではない。それでも読者が暗号解読の感覚で楽観的かつ地道に一

歩ずつ取り組めば、仮に計算やテクニカルな部分で飛ばす部分があっても、楽しみながら標準模型に対する大枠の理解を得られる仕組みになっている。1章は全体の道案内に使われている。著者はここで本書の目的、意図、学習のポイント等を諄々と説明し、その想いを熱く語っている。2章から5章までに古典物理学から量子物理学、電磁相互作用と量子電磁力学、そしてゲージ理論に到達し、標準模型を理解するための基礎が固まる。各章の最後に「振り返りと見直し」というユニークな節があって、そこで各章のまとめや問題提起があり読者には便利だろう。

6章から8章までが本書の核心部分である。著者も序文で述べているが、この部分は南部陽一郎の『クォーク 第2版』等を読み素粒子の基本知識を得た上で読むと良いだろう。5章で到達した非可換ゲージ理論を応用して6章では対称性の自発的破れと電弱理論、7章では量子色力学を学ぶ。8章では電弱理論と量子色力学にCPの破れを説明する小林-益川理論等を加え、標準模型を完成する。最後に未解決の諸問題について言及し、標準模型を超える物理のアイデアのいくつかを駆け足で触れる。読者は標準模型を超える物理の必要性を理解し、強く興味を掻き立てられるに違いない。

以上述べたように、本書は標準模型の数式と物理のつながりを理解するための素晴らしい入門書である。標準模型をざっと俯瞰するつもりで計算の詳細にこだわらずに読みものとして読むもよし、本書を軸に各種の専門書や論文等を用いて補完し、深め、標準模型に対する完璧な理解を目指すもまた良いであろう。

本書は学部学生にとってだけでなく、院生や教員が読んでも面白い。評者も著者の温和で真摯な人柄を思い浮かべながら本書を読み始め、いつしかその内容や構成に関心しつつ引き込まれていった。学部3,4年生の講義やゼミで使うのにほど良い難易度とコンパクトさである。やる気のある学生にはもちろん、そのような学生とのゼミを持つ教師に強く勧めたい一冊である。

兼村 晋哉 (大阪大学大学院理学研究科)