

まえがき

本書は、中間子-原子核束縛系を舞台にした、ハドロン多体系の構造・生成反応と強い相互作用の研究に関する入門書である。我々が見聞きし体感する日々の現象や動植物の営みなどは、突き詰めればほとんどすべては電磁相互作用による電子の運動と重力相互作用が基礎となっている。しかしながら、現代の物理学では、普段はまったく姿を見せない強い相互作用が世界を形成する大きな役割を担っており、物質の質量獲得などにも大きく関与していると考えられている。平たく言えば、我々の身の周りの物質の奥底には強い相互作用が支配するもう1つの世界があるのだ。この強い相互作用の世界を中間子-原子核束縛系を舞台に説明したいと考えている。本書の内容は、我々の日常を支配する電磁相互作用とはまったく異なる強い相互作用の視点でミクロの世界を見るきっかけや、強い相互作用をする物質の持つ多様性や可能性のイメージを得るために役立つだろう。読者としては量子力学の基礎を修得済みの物理学を学ぶ大学学部4年生・大学院修士課程1年生程度を想定している。

強い相互作用をする粒子はハドロンと呼ばれ、原子核を構成する陽子や中性子、湯川粒子として有名な π 中間子などがこれに含まれる。また、中間子-原子核束縛系とは、電子の代わりに π^- 中間子や K^- 中間子などが原子核の周りを回っている中間子原子 (Mesic Atom) や、中間子が強い相互作用のみで原子核内部に束縛される中間子原子核 (Mesic Nucleus) などを指している。これらの系の研究を通じて、具体的には、強い相互作用の対称性の様相、原子核中のハドロンの性質、新しいタイプのエキゾチックなハドロン多体系の構造や性質などに迫るのが目的である。

強い相互作用は自然界に存在する4つの基本的な力の1つであって、原子核以下の物質の階層においては最も強く働く力であるが、電磁相互作用よりも複雑な性質を持っていることが知られている。例えば、クォーク-グルーオンの世界とハドロンの世界の間では「カイラル対称性の自発的破れ」や「クォークの閉じ込め」といった興味深い現象が起きていて、これらの現象がハドロン間相

相互作用の性質やハドロンの質量生成に重要な影響を及ぼすと信じられている。読者諸君の体重も含めて、身の周りの物質の質量は、ほとんどすべてハドロン（原子核）の質量であるが、その起源が、クォークの世界とハドロンの世界を結ぶ強い相互作用の性質にあって、その寄与の大きさはヒッグス粒子がクォークに与える質量の数十～100倍程度と言われている。また、種々のハドロン間に働く強い相互作用の複雑な性質は、ハドロン多体系の構造や性質を多様なものにし、様々な興味深い現象を引き起こすと考えられている。中間子-原子核束縛系の研究からこれらの理解を深めることができる。

本書を執筆するにあたり、多くの方々と共同研究を基礎にさせていただいた。まず π 中間子原子に関しては土岐博氏、山崎敏光氏、早野龍五氏らとの共同研究が出発点であり、成果はレビュー論文 [1] としてまとめられている。また、梅本由紀子氏、池野なつ美氏とは π 中間子と原子核の系に関して、慈道大介氏、永廣秀子氏とは η 中間子や $\eta(958)$ 中間子と原子核の系に関して、山縣淳子氏とは K 中間子と原子核の系に関して長きにわたり充実した共同研究をさせていただいた。さらに、実験研究者の方たちにも大変懇意にさせていただいた。なかでも、板橋健太氏、鈴木謙氏、藤岡宏之氏には長きにわたり多大な御協力をいただいた。外国人研究者としては、特に、バレンシア大学の Eulogio Oset 氏、Juan M. Nieves 氏から中間子原子に関して多くのことを学ばせていただいた。奈良女子大学ハドロン原子核理論研究室の歴代メンバー、特に、久米健次氏と野瀬-外川直子氏にも研究を進めるうえで多くの御支援をいただいた。共同研究者を含む何人かの身近な方々には、原稿のチェックや概念図などの作画を助けていただいた。みなさまに心より感謝申し上げる。

また、長年にわたる家族の協力にもこの場を借りて感謝したい。

最後に本シリーズ監修者の岡真氏と共立出版株式会社の島田誠氏に本書出版に関して大変御協力いただいたことに感謝申し上げたい。

2017年2月

比連崎悟