

別紙様式第15号（論文内容の要旨及び論文審査の結果の要旨）

氏名（本籍）	Ngo Thi Hong Xiem（ベトナム社会主義共和国）
学位の種類	博士（工学）
学位授与番号	甲第509号
学位授与日付	平成28年9月30日
専攻	電子情報システム工学専攻
学位論文題目	Meson-Meson Interactions in the One-Meson-Exchange Model （一中間子交換模型による中間子-中間子相互作用）
学位論文審査委員	（主査）教授 仲澤 和馬 （副査）教授 田中 雅宏 教授 新村 昌治

論文内容の要旨

申請論文は、低エネルギー領域での中間子-中間子相互作用を記述するポテンシャルモデルを構築し、提案したものである。この課題は、素粒子物理学と原子核物理学の境界領域に位置するハドロン物理学の基本課題の1つであり、近年、活発に研究されている。中間子はハドロン的一种であるが、低エネルギー領域でのハドロン-ハドロン相互作用は、基礎理論であるQCDを用いて直接記述することが困難で、模型的な記述が試みられてきた。近年、格子QCDシミュレーションによる研究が行われ、相互作用ポテンシャルの数値的な結果は得られつつあるが、相互作用機構の理論的理解は未確立である。また、中間子-中間子相互作用への適用は実現していない。有効な自由度を用いた模型的な記述として、中間子交換模型とカイラル摂動模型があるが、前者は、核力の理論としてその有効性が確立しており、中間子-中間子相互作用の記述にも有効であると期待できる。本論文は、その有効性を具体的なポテンシャルモデルの構築により示したものである。

第2章では、中間子交換模型の歴史的な背景を述べた上で、フレーバーSU(3)対称性を満たす相互作用ラグランジアンと中間子交換機構による相互作用ポテンシャルの具体的な形を与えている。また、模型の有効性を議論するために、2つのタイプの形状因子を導入している。

第3章では、結合チャンネルの散乱方程式を定式化し、散乱を特徴づける物理量である位相差、散乱断面積などを与えている。加えて、散乱方程式に出現する無限大(極)の扱い方、共鳴状態の記述法を定式化している。

第4章では、中間子交換機構による相互作用ポテンシャルを用い、フレーバーSU(3)対称性を仮定しながら、中間子-中間子散乱の実験データを再現するように結合定数や形状因子を決定し、擬スカラー8重項中間子(π 中間子、 K 中間子、 η 中間子)の相互作用の全体を統一的に記述するモデルを構築している。このモデルに基づいて、すでに知られている散乱実験データ($\pi\pi$ 散乱、 $K\pi$ 散乱、 $\pi\eta$ 散乱)および共鳴状態(ρ 、 K^* 、 ϕ 、 f_0 、 f_2 、 a 、 $\kappa(1400)$)を再現することに成功し、さらに、実験的には知られていない KK 散乱についての理論的な予想を与え、 σ と $\kappa(770)$ 共鳴状態についての新しい理論的解釈を与えている。

第5章では、散乱には直接現れてこない中間状態として η 中間子の役割を検討し、その重要性を指摘している。

論文審査結果の要旨

本論文は、低エネルギー領域での中間子-中間子相互作用の理論的なモデルを構築し、提案しており、その性質について、新しい知見を与えている。具体的には、

- (1) 中間子交換モデルを中間子-中間子相互作用に適用し、低エネルギー領域における散乱データ、共鳴状態の存在を統一的に記述することに成功し、中間子交換モデルの有効性を示した。
- (2) KK 相互作用について、斥力的な相互作用を与える部分波 ($I=1, J=0, 2$) と引力的な相互作用を与える部分波 ($I=0, J=1, 3$) を初めて理論的に明らかにした。
- (3) σ 共鳴状態、 κ 共鳴状態の存在は、理論的にも、実験的にも確立していないが、本論文は、その存在を理論的に示した。また、 σ 共鳴状態が性質の異なる 2 つの共鳴状態から構成されていることを初めて理論的に明らかにした。

本論文の主たる部分は査読付き論文として発表されていることを確認した。以上から、本論文は博士(工学)の学術論文として価値あるものと認める。

最終試験結果の要旨

平成28年8月17日に学位論文公聴会を開催し、質疑・討論を行った。また、その終了後、主査・副査3名出席のもとで、口頭試問を行い、これを最終試験とした。その結果、論文提出者が学位(工学)の取得に必要な学力を有していることが確認できたので、最終試験に合格とした。

-
- 1 Roles of η -channels in $\pi\pi$, $\pi\eta$ and πK scatterings,
Ngo Thi Hong Xiem and Shoji Shinmura,
XV International Conference on Hadron Spectroscopy, Nara (2013),
Proceedings of Science, (Hadron 2013) 145 (5 pages) (2013).
http://pos.sissa.it/archive/conferences/205/145/Hadron%202013_145.pdf
 - 2 The KK Interaction by Meson-Exchange Model,
Ngo Thi Hong Xiem and Shoji Shinmura,
International Workshop on Strangeness Nuclear Physics 2012 (SNP12),
Osaka (2012), *Genshikaku Kenkyu*, vol. 57, Suppl. 3, 243 (6 pages) (2013).
 - 3 Pion-pion, pion-kaon, and kaon-kaon interactions in the one-meson-exchange model,
Ngo Thi Hong Xiem and Shoji Shinmura,
Progress of Theoretical and Experimental Physics, Vol. 2014, 023D04
(16pages) (2014).
 - 4 K^{bar} -Hyperon Interactions and Possible S -Wave Resonances
Shoji Shinmura and Ngo Thi Hong Xiem,
Few-Body Systems, Vol. 54 pp. 1171-1174 (2013).
 - 5 Possible existence of K^{bar} -hyperon resonances and the origin of K^{bar} -
hyperon attractions,
Shoji Shinmura and Ngo Thi Hong Xiem,
XV International Conference on Hadron Spectroscopy, Nara (2013)
Proceedings of Science, (Hadron 2013) 093 (5 pages), (2013).
http://pos.sissa.it/archive/conferences/205/093/Hadron%202013_093.pdf