



Title	Photoproduction of multi-kaons in an effective Lagrangian approach
Author(s)	Ryu, Huiyoung
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/27465
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	柳 輝 英 (Ryu Huiyoung)
博士の専攻分野の名称	博 士 (理学)
学 位 記 番 号	第 2 5 8 1 8 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 25 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 理学研究科物理学専攻
学 位 論 文 名	Photoproduction of multi-kaons in an effective Lagrangian approach (有効ラグランジアンによる多重 K 中間子の光生成)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 保 坂 淳 (副査) 教 授 中 野 貴 志 教 授 野 海 博 之 教 授 窪 田 高 弘 准教授 緒 方 一 介

論 文 内 容 の 要 旨

Photoproduction of strange particles at medium energies helps us understand the dynamics of strangeness production. In this thesis, several photoproduction processes of multi-kaons are investigated in an effective Lagrangian method.

In one kaon photoproduction, we review three reactions with different Lambda hyperons, Lambda(1116), Lambda(1405) and Lambda(1520). By using them, basic reaction dynamics and its relevance with hadron structure are discussed. Special emphasis is put on the meaning of the form factor, which is an important ingredient of the reaction dynamics.

In two kaon photoproductions, first we study hidden strangeness production associated with the phi-meson production. It has provided puzzles for a long time as an OZI suppress process. Several attempts have been made so far, however, with not much success. To approach the problem, we perform an elaborated analysis by including hadronic rescattering processes near the threshold region in addition to the conventional Pomeron exchange at high energies. We have then found that the rescattering through Lambda(1520) resonance could provide significant contribution near the threshold which mimics the bump like structure in the cross section observed in the latest experimental data from the LEPS group by carefully choosing the form factor. We have then studied, as a prediction of our model, spin density matrices which are sensitive to the spin-parity quantum numbers of a t-channel exchanged particle. We have found results which are consistent with the experimental data, indicating that spin-parity in the t-channel is dominated by natural parity. This is the first result and is nontrivial so far. Thus our study indicates the importance of the hadronic process of the phi-photoproduction near the threshold region while the Pomeron dynamics dominates in the high energy region.

As another process of two kaon production, we study Xi-baryon production and have obtained once again

results consistent with the existing data.

Finally we have studied the three-kaon production associated with Omega-baryon. This is a totally new theoretical study and provides an estimate for the total production rate. We found that the rate is about factor ten smaller than what we naively expect from the extrapolation from one to two kaon productions.

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

ϕ 中間子はほとんど純粋に s クォークと反 s クォークから構成されている。そのため、s クォークをあらわに含まない核子から ϕ 中間子が生成される際には、OZI 機構を破るクォーク対の生成機構過程としてグルーオンの役割が重要であると考えられてきた。実際に高いエネルギー領域における生成反応では、ポメロン機構の成功にみられるように、この考えが支持されてきた。しかしながら最近になり、LEPS グループにより敷居近傍での生成率が詳しく測定され、従来の考えでは説明しにくい現象が見つかった。

このような状況のもと、Ryu 君は敷居近傍でハドロンによる ϕ 中間子の生成機構を考えた。高エネルギー領域ではポメロンが重要になるものの、敷居近傍までその性質が外挿されるかどうかは自明でない。OZI 機構のため ϕ 中間子をハドロン過程によって直接生成することはできず、少なくとも二重散乱過程を経る必要がある。本研究ではこの過程を計算し、データと比較しつつ予言も含めた詳細な検討を行った。

二重散乱過程では中間状態の揺らぎに起因して、振幅が発散するという問題があるため、本研究では散乱振幅の虚部のみをとりこみ評価することを試みた。虚部は実の過程で表わすことが出来るので有限の値が得られると同時に、相互作用の多くの部分が他の既存の実験データから決めることが出来るという利点を持っている。

本論文ではまず、二重散乱のうち、 $\Lambda\Lambda(1520)$ を経由する部分が特に重要であることを指摘した。また、ポメロンの寄与を敷居近傍で抑制することにより、二重散乱過程によって、断面積のピーク構造が再現できることを示した。理論に含まれる重要なパラメータである形状因子に関しては、断面積のエネルギー依存性の他、角度依存性をも用いることで決定した。

このようにパラメータを決定した後に、今回の理論の予言としてスピン依存量を計算した。データは t-channel においてスカラー粒子が交換されているような反応機構が優位になることを示唆しているが、ハドロンの二重散乱過程も同様の性質を示すことが明らかになった。スピン依存量をハドロン模型で詳細に計算し、データと矛盾しないことを示したのは初めてである。

本研究では、従来のポメロン交換による ϕ 中間子生成機構では説明困難な断面積の一端を説明し、またスピン依存量を詳細に解析しデータと大きな矛盾のないことを示した。その結果敷居近傍でのハドロン過程が重要性となることを示した。よって、本論文は博士 (理学) の学位論文として十分価値あるものと認める。