

Title	Measurement of $\phi$ -meson photoproduction near production threshold with linearly polarized photons
Author(s)	三部, 勉
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/45084">https://hdl.handle.net/11094/45084</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a>〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名	三 部 勉
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 8 3 8 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 16 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	Measurement of $\phi$ -meson photoproduction near production threshold with linearly polarized photons (直線偏光ガンマ線を用いた閾値近傍での $\phi$ 中間子光生成の測定)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教授 中野 貴志 (副査) 教授 土岐 博 教授 岸本 忠史 教授 能町 正治 助教授 藤原 守

論 文 内 容 の 要 旨

光子は同じスピンパリティを持つ  $\phi$  中間子に転換する振幅を持つ (Vector Meson Dominance)。この性質により、光子核子散乱では、光子から転換した  $\phi$  中間子と核子の相互作用を調べることが可能となる。クォークモデルによると  $\phi$  中間子はバレンスクォークに u、d を含まない s クォーク、反 s クォークで構成されるので、OZI 則により、回折的  $\phi$  中間子光生成では t チャンネルにおける核子との中間子の交換は抑制される。このため  $\phi$  中間子の回折的光生成反応は、中間子交換の寄与が大きい他のハドロン反応では見ることができない反応機構に対して敏感である。

レッジエ理論に基づく理論によると、ポメロンは  $2^+$  のグルーボールと関連付けることが可能であり、 $0^+$  や  $1^+$  のグルーボールに対応する第 2、第 3 のポメロンの存在も予想されているが、それらの存在は明らかになっていない。第 2 のポメロン ( $0^+$  グルーボール) は、閾値近傍でのみ、その寄与が期待できる。したがって、閾値近傍での生成断面積の増加は第 2 のポメロンの存在を示す一つの指標となる。しかし、閾値付近では  $\pi$  中間子や  $\eta$  中間子など擬スカラー中間子の交換からの寄与も最も大きくなるのが理論的に予想されており、これらは第 2 のポメロンの信号に対してバックグラウンドとなる。このため、擬スカラー中間子の交換の寄与を分離して測定することは重要である。

実験では、ポメロンや第 2 のポメロンの交換がナチュラルパリティの交換過程、擬スカラー中間子交換は非ナチュラルパリティの交換過程であることに着目し、これらの分離を試みた。直線偏光した偏極ガンマ線を用いると、ナチュラルパリティの交換過程によって散乱された  $\phi$  中間子は  $K^+K^-$  へ崩壊する際、 $\phi$  中間子の静止系で K 中間子はガンマ線の偏極ベクトルに平行方向へ放出されるのに対し、非ナチュラルパリティの交換過程の場合は垂直方向へ放出される。 $\phi$  中間子からの K 中間子の方向とガンマ線の偏極方向との角度相関を測定し、ナチュラルパリティ交換と非ナチュラルパリティ交換の相対的な強さを求めた。

Spring-8 において逆コンプトン散乱による偏極ガンマ線生成施設、および荷電粒子運動量解析スペクトロメータを建設し、液体水素標的を用いて  $\phi$  中間子の光生成実験を行った。ガンマ線のエネルギーは 1.57 (生成閾値)  $\sim$  2.4 GeV の領域で測定を行った。測定は  $\phi$  中間子の  $K^+K^-$  への崩壊モードを用いた。終状態の  $K^+K^-p$  のうち、いずれか 2 つ粒子の運動量ベクトルとガンマ線のエネルギーを測定し、 $\phi$  中間子の光生成反応を同定した。反応を同定した事象を用いて、微断面積の相対的な角度依存性、エネルギー依存性を測定した。微断面積の角度分布は前方ピークであ

り、回折的な生成過程が支配的であることが確かめられた。0度方向の微分断面積は生成閾値からガンマ線のエネルギーと共に増加するが、2.0 GeV 付近で極大となり、2.0~2.4 GeV の領域ではエネルギーと共に減少することが明らかになった。この振る舞いはポメロン交換過程では説明することができず、他の反応機構が関与していることを強く示唆する。 $\phi$  中間子の崩壊角度分布より、ガンマ線のエネルギーが 2.0~2.4 GeV の領域では、 $\phi$  中間子はエネルギーに依らずガンマ線の偏極ベクトルの向きに沿って崩壊しやすい傾向がみられ、ナチュラルパリティ交換過程が支配的であることが示された。ポメロン交換過程の大きさはエネルギーと共に減少することを考慮すると、0度での微分断面積が 2.0 GeV 付近で盛り上がることを説明するためには、ポメロン交換以外の新しいナチュラルパリティ交換過程が必要である。

### 論文審査の結果の要旨

光子は同じスピン・パリティを持つ $\phi$ 中間子に転換する振幅を持つ。この性質により光子核子散乱では、光子から転換した $\phi$ 中間子と核子との相互作用を調べることができる。 $\phi$ 中間子のバレンスクォーク成分は、ほぼ100%ストレンジクォークと反ストレンジクォークで構成されるので、回折的光生成反応における中間子交換過程の寄与は抑制され、他のハドロン反応では見ることができないグルーボール交換過程等の寄与を反応閾値近傍で研究することができる。

本研究では、直線偏光ガンマ線を用い、閾値近傍での $\phi$ 中間子光生成断面積の測定を行った。超前方の微分断面積はガンマ線エネルギーが 2 GeV 付近で極大になり、その後エネルギーと共に緩やかに減少した。高エネルギー領域で支配的なポメロン交換過程による寄与はエネルギーと共に緩やかに増加するので、閾値近傍で中間子交換（非ナチュラルパリティ粒子交換）またはグルーボール交換（ナチュラルパリティ粒子交換）等の新たな寄与が必要であるが、同時に測定された $\phi$ 中間子崩壊からの K 中間子と偏極方向の角度相関から断面積の極大付近でもナチュラルパリティ粒子交換が優勢であることがわかった。

以上により本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。