The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Measurement of ϕ-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	https://hdl.handle.net/11094/45084
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏　　名　三　部　　勉（みべ つとむ）

博士の専攻分野の名称　博　士（理　学）

学位記番号　第　18384　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 ϕ-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ϕ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ϕ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ϕ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ϕ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ϕ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ϕ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。

レッジェ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π中間子やη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こと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よって散乱されたϕ中間子はK^+K^-へ崩壊する際、ϕ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。ϕ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ϕ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）～2.4 GeVの領域で測定を行った。測定はϕ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、ϕ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、微分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。微分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。φ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、φ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φ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φ中間子と核子との相互作用を調べることができる。φ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φ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φ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。