



Title	Measurement of $\Lambda(1405)$ and $\Lambda^0(1385)$ photoproduction on the proton at $E_\gamma=1.5-3.0$ GeV
Author(s)	Nakatsugawa, Yohei
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/26154
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

論文内容の要旨

[題 名] Measurement of $\Lambda(1405)$ and $\Sigma^0(1385)$ photoproduction on the proton at $E_\gamma = 1.5-3.0$ GeV

($E_\gamma = 1.5-3.0$ GeV における陽子標的による $\Lambda(1405)$ および $\Sigma^0(1385)$ の光生成反応の測定)

学位申請者 中津川洋平

$\Lambda(1405)$ の光生成反応 $\gamma p \rightarrow K^+ \Lambda(1405)$ の微分断面積を測定するための実験を SPring-8/LEPS ビームラインにおいて行った。実験では逆コンプトン γ 線ビームを液体水素標的に照射し、生成された粒子を LEPS spectrometer および Time Projection Chamber (TPC) を用いて捕らえた。 $\gamma p \rightarrow K^+ \Lambda(1405) \rightarrow K^+ \Sigma^+ \pi^-$ or $\Sigma^- \pi^+ \rightarrow K^+ n \pi^+ \pi^-$ 反応に注目し、LEPS spectrometer で K^+ を、TPC で π^+ と π^- を捕らえ、 $\gamma p \rightarrow K^+ \pi^+ \pi^- X$ 反応の欠損質量 $MM(K^+ \pi^+ \pi^-)$ の分布から中性子が識別されたイベントを選択することで $\Lambda(1405)$ 生成反応の収量を見積もった。また、同時に $\gamma p \rightarrow K^+ \Sigma^0(1385) \rightarrow K^+ \Lambda \pi^0 \rightarrow K^+ p \pi^- \pi^0$ 反応を、TPC で捕らえた陽子と π^- の不変質量分布から Λ が識別されたイベントを選択することで $\Sigma^0(1385)$ の収量も見積もった。 $\Lambda(1405)$ 生成に対する $\Sigma^0(1385)$ 生成のバックグラウンドの量はこの収量から直接見積もられた。

解析の結果、 K^+ 運動量の角度領域 $0.8 < \cos \Theta_{Kcm} < 1.0$ (Θ_{Kcm} は重心系における K^+ 運動量のビーム軸に対する角度) において、光子エネルギー E_γ の 3 つの領域で $\Lambda(1405)$ 生成の微分断面積が測定され、以下の値が得られた。

$$\begin{aligned} &0.236 \pm 0.017(stat.) \pm 0.011(syst.) \mu b, \quad 1.5 < E_\gamma < 2.0 \text{ GeV} \\ &0.153 \pm 0.015(stat.) \pm 0.016(syst.) \mu b, \quad 2.0 < E_\gamma < 2.4 \text{ GeV} \\ &0.642 \pm 0.035(stat.) \pm 0.017(syst.) \mu b, \quad 2.4 < E_\gamma < 3.0 \text{ GeV} \end{aligned}$$

これらの値を過去の 2 つの LEPS 実験 (1), (2) の結果と比較した。実験 (1) では $\Lambda(1405)$ と $\Sigma^0(1385)$ の断面積の和を測定しており、(2) では本実験と同様に $\Lambda(1405)$ と $\Sigma^0(1385)$ の断面積を別々に、 $E_\gamma < 2.4$ GeV で測定した。 $E_\gamma < 2.4$ GeV の各領域で $\Lambda(1405)$, $\Sigma^0(1385)$ の和を実験 (1) の結果に規格化すると、本実験と実験 (2) で得られた $\Lambda(1405)$ と $\Sigma^0(1385)$ の微分断面積はそれぞれ誤差の範囲で一致することが分かった。一方、JLAB/CLAS のデータと比較すると、 K^+ の同じ角度領域では、 $\Lambda(1405)$ の微分断面積は $1.5 < E_\gamma < 2.0$ GeV, $2.4 < E_\gamma < 3.0$ GeV の領域ではほぼ一致するが $2.0 < E_\gamma < 2.4$ GeV では大きくずれることがわかった。

$\Lambda(1405)$ 断面積の E_γ 依存性として、 E_γ の増加とともに一度減少してその後急激に増加するという特徴がみられた。高い E_γ 領域では、同じ角度領域で本実験と CLAS の結果は、前方ピークを示しているため、高い E_γ での増加は t -channel の寄与によると思われる。また、本実験での K^+ の角度領域は超前方であり観測された断面積の E_γ の高い領域での振る舞いは小さな運動量移行の領域での断面積の急激な増加を意味する。このことから、 $\Lambda(1405)$ は形状因子のソフトなハドロンであると思われるが、 $\bar{K}N$ の共鳴状態と考えた場合 t -channel での K 交換における $\gamma \bar{K}K$ のバーテックスが運動量移行に比例するため、通常の t -channel ダイアグラムでの K 交換では観測された高い E_γ での断面積の増加は説明できない。したがって、 K の回転バンド (レゾナンス軌跡) あるいは仮想 ϕ , ρ , ω メソンを経由する vector meson dominance など他の K 交換過程を考えなければならない。 t -channel で交換される粒子を調べるために $\Lambda(1405)$ 生成の photon beam asymmetry を測定する必要があるが、超前方での asymmetry は小さいため、精度の高い測定を行うための高統計の新たなデータが望まれる。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (中 津 川 洋 平)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	中野 貴志
	副 査	教授	岸本 忠史
	副 査	教授	保坂 淳
	副 査	准教授	青木 正治
	副 査	准教授	與曾井 優
論文審査の結果の要旨			
本研究では、$\Lambda(1405)$ の光生成反応 $\gamma p \rightarrow K^+ \Lambda(1405)$ の微分断面積を測定するための実験をSPRing-8/LEPS ビームラインにおいて行った。実験では逆コンプトンγ線ビームを液体水素標的に照射し、検出された粒子の情報から $\gamma p \rightarrow K^+ \Lambda(1405) \rightarrow K^+ \Sigma^+ \pi^-$ or $\Sigma^- \pi^+ \rightarrow K^+ n \pi^+ \pi^-$ 反応を選び、$\Lambda(1405)$ 生成反応の前方への微分断面積を1.5 GeVから3.0 GeVのエネルギー領域を3つに分け測定した。 $\Lambda(1405)$ 微分生成断面積が、E_γ の増加とともに一度減少してその後急激に増加するという特徴がみられた。高いE_γ 領域では、本実験とJLAB/CLASの結果を合わせると断面積は前方ピークを示しているため、高いE_γ での増加はt-channelの寄与によると思われる。また、本実験でのK^+の角度領域は超前方であり観測された断面積のE_γの高い領域での振る舞いは小さな運動量移行の領域での断面積の急激な増加を意味する。このことから、$\Lambda(1405)$ は形状因子のソフトなハドロンである示唆される。このことは、$\Lambda(1405)$ が通常の3クォーク状態ではなくメソン・バリオン共鳴状態であるとする理論的な予想を指示するものである。 以上の結果は、$\Lambda(1405)$ の特異な構造が、生成過程に強い影響を与えていることを示すものであり、学術的な意義が高い。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。			