

BL33LEP レーザー電子光

1. 実験等の実施概要

BL33LEPでは、8 GeV蓄積電子ビームと外部より入射される紫外、または深紫外レーザー光との逆コンプトン散乱によって得られるGeV領域の偏極高エネルギーガンマ線ビーム（レーザー電子光ビーム）を用いて、クォーク核物理実験を推進している。レーザー電子光ビームは、コンプトン端を最大値とした比較的平坦なエネルギー分布を持ち、制動放射によるガンマ線ビームに比して、低エネルギー光子によるバックグラウンド反応が大きく抑えられ、また、広いエネルギー範囲で高い偏極度が得られるという特徴を持つ。電子ビームとレーザーのエネルギーが高いほど高エネルギーのレーザー電子光ビームが得られ、SPring-8の8 GeVという世界最高エネルギーの放射光蓄積電子ビームのおかげでBL33LEP及びBL31LEPでは世界最高エネルギーのレーザー電子光ビームを供給することができる。特に、ほぼ純粋にストレンジクォークと反ストレンジクォークから成る ϕ 中間子やハイペロン共鳴状態の生成閾値を超えるエネルギーを持つことで、ストレンジクォークを持つハドロンを中心に研究を行っており、ペンタクォークやメソン・バリオン共鳴状態等のエキゾチックなバリオンの光生成を通して、ハドロンの構造とそれらの間に働く力をクォークのレベルで解明することを目指している。

BL33LEPにおけるLEPS実験は国際共同研究で進められており、2016年度は日本、韓国、台湾、アメリカ、カナダ、ロシアの19の大学・研究機関から64名の研究者が参加した。液体水素標的システムのトラブルにより約1.5ヶ月間実験を停止していたため、例年より稼働時間は少ないが、年間3070時間の実験を遂行するとともに、装置の維持・改善を共同で行っている。

2016年度のLEPS実験では2015年度に引き続いて、266 nmの深紫外レーザー（OXIDE Frequad-HP 1W）2台を用いた最大エネルギー2.9 GeVのビームで実験を行った。標的は主に液体水素標的を用い、ベクトル K^* 中間子を伴う中性子からのハイペロン生成の研究などを目的としている。また、2016年SPring-8夏の学校にはレーザー電子光ビームラインとしては初めてBL実習に参加し、一課題を担当した。

2. LEPS実験での研究成果

最大エネルギー2.4 GeVのビームを用いた初期の

LEPS実験で測定された、水素標的からの零度 ϕ 中間子生成微分断面積において、 $E_\gamma=2.1$ GeV 近辺にバンプ構造が観測された^[1]。しかし、その原因は未だに良く理解されていない。一つの可能性として同じ終状態(K^-K^+p)を取る $\Lambda(1520)$ 生成との干渉効果が考えられたが、陽に終状態3粒子を同定する測定により、干渉効果の影響はバンプ構造を説明できるほどには大きくないことも判明した^[2]。そこで、更に生成機構の詳細を探るため、ビームのエネルギーを2.9 GeVまで拡張した ϕ 中間子光生成測定を、深紫外レーザーを用いて行った。その結果、図1に示すように2.4 GeVより高エネルギーでは零度断面積はゆっくり単調な増加を示し、ジェファークソン研究所のCLASにおいて得られた結果（比較の後方角データからの零度への外挿）と矛盾のないことが示された^[3]。高エネルギー側のデータは既存のPomeron交換+ π , η 中間子交換のモデルで良く記述でき、低エネルギー側のデータはその計算結果と比して明らかに過剰な断面積となっている。その原因としては、通常のPomeronとは異なる新たな多重グルオンの関与やPomeron交換と他の過程との間の干渉、あるいは rescattering と呼ばれる過程などが考えられる。LEPSでは既にヘリウム4標的からのコヒーレントな ϕ 中間子生成（ π , η 中間子交換が起こらない）や重陽子からのインコヒーレントな ϕ 中間子生成のデータ（陽子と中性子で rescattering の効果が異なる）を取得して、解析も進んでおり、多面的にこの問題の解決に取り組んでいる。

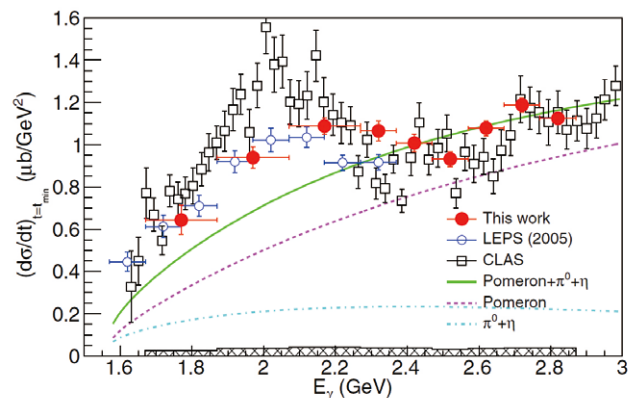


図1 $\gamma p \rightarrow \phi p$ 反応の零度微分断面積のエネルギー依存性。●が今回のデータ。○と□はそれぞれ以前のLEPSのデータとCLASのデータ。実線はPomeron交換+ π , η 中間子交換のモデルでの計算。

参考文献

- [1] T. Mibe et al.: *Phys. Rev. Lett.* **95**(2005) : 182001.
- [1] S.Y. Ryu et al.: *Phys. Rev. Lett.* **116**(2016) : 232001.
- [1] K. Mizutani et al.: *Phys. Rev.* C **96**(2017) : 062201.

大阪大学 核物理研究センター
與曾井 優