

# BL33LEP レーザー電子光

## 1. 実験等の実施概要

BL33LEPでは、8GeV蓄積電子ビームと短波長レーザーの逆コンプトン散乱により得られる偏極GeV光ビームを用いたクォーク核物理実験を行うとともに、ビーム発生装置や測定器の維持と開発を行っている。

主な研究テーマは、 $\Theta^+$ 粒子に代表されるペンタクォークやメソン・バリオン共鳴状態等、3クォークで説明できないバリオンの探索及び構造の解明、中間子光生成反応の精密測定によるバリオン共鳴状態の研究、核内の中間子の性質の変化の研究である。

2008年度は、前期に深紫外 (DUV) レーザー入射による2.9GeVビームによる実験を行い、後期に紫外レーザーの同時平行入射による大強度の2.4GeVビームによる実験を行った。いずれの実験も新たに開発した3次元飛跡検出器であるタイム・プロジェクション・チェンバーと液体水素または重水素標的を用いた。2.4GeVビームについては、レーザー同時平行入射とレーザー発振器のパワーアップで従来の約3倍のビーム強度が安定に得られるようになったが、2.9GeVビームの強度は十分ではなく、このビームの強度改善が今後の課題である。

## 2. $\Theta^+$ 粒子の研究

BL33LEPを用いた実験で得られた大きな成果の一つがシータ ( $\Theta^+$ ) 粒子の発見である<sup>[1]</sup>。 $\Theta^+$ 粒子は、レーザー電子光ビームを原子核に照射した実験で世界初めて実験的に存在の可能性が示された5クォーク粒子であり、2002年のLEPSでの観測に引き続き、10近くの研究グループから、その存在をサポートする結果が発表された。しかし、2004年以降、 $\Theta^+$ 粒子の生成が確認出来ないという報告が相次いだ。そこで我々は、 $\Theta^+$ の存在を検証するため重陽子を標的とする再実験を2002-2003年と、2006-2007年の2回にわけて行った。2008年度には、2002-2003年データの解析が終了し、 $\Theta^+$ 粒子生成を強く示唆する実験結果が得られ(図1)論文に発表した<sup>[2]</sup>。現在も進行中の2006-2007年データの解析では、 $\Theta^+$ 粒子生成のより強固な証拠を得るため、解析に人為的なバイアスがかかり難いblind analysisという手法を用いている。さらに2008年データの解析では、これまでは感度がなかった $\Theta^+$ 粒子の中性K中間子と陽子への崩壊するモードでの探索を行っている。

## 3. その他の励起バリオンの研究

$\Theta^+$ 粒子の研究のために取得されたデータは、他の励起バ

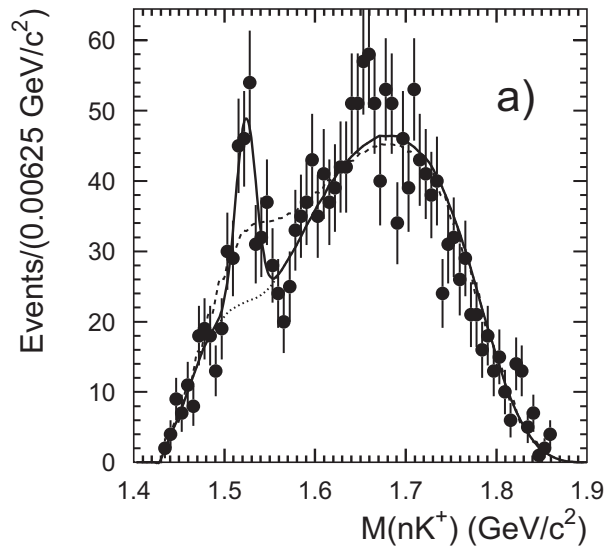


図1 重陽子を標的とする光生成実験で得られた中性子と $K^+$ 粒子の不変質量分布。質量が $1.53\text{GeV}/c^2$ のところに $\Theta^+$ の生成を示す鋭いピークが見られる。

リオンの研究のためにも有効である。特にストレンジネスが+1の $\Theta^+$ 粒子と質量がほぼ同じでストレンジネスが-1の $\Lambda(1520)$ 粒子については水素を標的とする実験と重水素を標的とする実験の比較を行い、陽子からの $\Lambda(1520)$ 生成が中性子からの生成よりも遙かに大きいということがわかった<sup>[3]</sup>。この $\Lambda(1520)$ 光生成における強いアイソスピン依存性は、陽子を標的とする光生成実験で $\Theta^+$ の生成率が小さいことと理論的に関連づけられており、 $\Theta^+$ をとりまく混沌とした状況を解く鍵になる可能性がある。

## 参考文献

- [1] T. Nakano, et al.: Phys. Rev. Lett. **91** (2003) 012002.
- [2] T. Nakano, et al.: Phys. Rev. C. **79** (2009) 025210.
- [3] N. Muramatsu, et al.: Phys. Rev. Lett. **103** (2009) 012001.

大阪大学 核物理研究センター  
中野 貴志