

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。ほぼ100%のビーム縦偏極度が得られるレーザー電子光ビームとしては、本ビームラインが世界最高エネルギーを誇る。

国際共同実験グループであるLEPSグループには、日本、台湾、韓国、アメリカ、カナダ、ロシアの大学・研究機関から約70人の研究者が参加している。このうち約30%が外国からの参加者である。年間約4000時間の実験を遂行するとともに、レーザー電子光ビーム及び検出器の改善を共同で行っている。

主な研究テーマは、 Θ^+ 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や中間子生成機構の研究。核内の中間子の性質の変化の研究である。

2009年度前期は、紫外レーザーの同時平行入射による大強度の2.4 GeVビームによる実験を主に重水素標的を用いた。後期は課題であった深紫外（DUV）レーザーの安定化のためにソニー製のDUVレーザーを導入し、安定度が格段に向上した。この2.9 GeVビームを用い液体水素標的に照射する実験を行った。

2. Θ^+ 粒子の研究

シート (Θ^+) 粒子は、SPRing-8の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（ペンタクォーク）粒子である^[1]。2009年度は、2.9 GeV光ビームを用いた実験のためにレーザー発振器と光学系を改良し、強度と安定性が飛躍的に改善された。ベクターK中間子を伴う新しい Θ^+ 粒子の発生機構を調べるための質の良いデータが取得できつつある。

3. イータ中間子光生成の研究

水素（陽子）を標的とした実験で、前方に散乱された陽子の運動量を精密に測定することで、質量欠損法により後方に生成された中間子の質量を同定することができる。この方法でアイソスピンがゼロでストレンジ・反ストレンジクォーク成分を多く含むイータ中間子の超後方での生成微分断面積のエネルギー依存性を調べた^[2]。入射ビームエネルギーが2.2 GeVを超える領域で、特異なバンプ構造が見られた（図1）。既存の理論モデルでは説明できずストレンジ・反ストレンジクォーク成分を含む新たなバリオン共鳴 (N^*) があることを示す興味深い結果が得られた。

4. ファイ中間子光生成のアイソスピン依存性の研究

ファイ中間子光生成では、2 GeVを超える領域で、微分断面積の急激な増加が見られるが、その原因は未だ解明されていない。水素を標的とする実験と重水素を標的とする

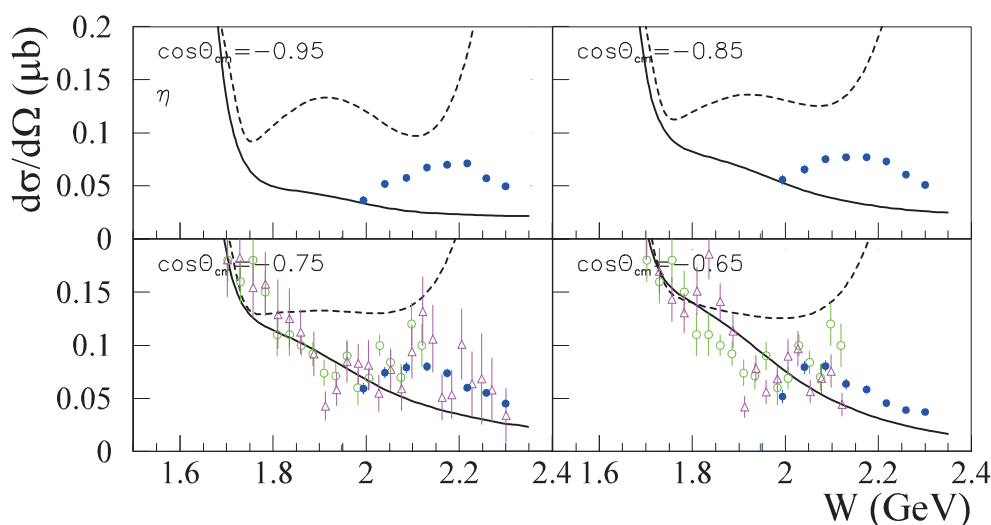


図1 陽子を標的とするイータ中間子の光生成微分断面積。青丸がLEPSデータ。全エネルギーWが2.1～2.2 GeVの領域で実線及び点線で表された理論モデル計算で説明できないバンプ構造が見られる。

実験を比較することにより、アイソスピン対称性が良く成り立っている（陽子からの生成率と中性子からの生成率に差がない）ことが明らかになり、微分断面積の増加が中間子交換によるものではないことが示された^[3]。多重グルーオン（ 0^+ グルーボール）交換のようなエキゾチックな反応過程の可能性が残っている。

参考文献

- [1] T. Nakano, et al.: Phys. Rev. Lett. **91** (2003) 012002.; T. Nakano, et al.: Phys. Rev. C. **79** (2009) 025210.
- [2] M. Sumihama, et al.: Phys. Rev. C. **80** (2009) 052201(R)-1-4.
- [3] W.C. Chang, M. Miyabe, et al.: Phys. Lett. B. **684** (2010) 6-10.

大阪大学 核物理研究センター
中野 貴志