

16pSB-3

ドレル・ヤン反応

東工大 理 中野健一

Drell-Yan Reaction

Tokyo Tech Kenichi Nakano

Drell-Yan 反応とはハドロン-ハドロン散乱において電磁相互作用で起こる反応であり、図 1 の様に一方のハドロン中のクォークと他方のハドロン中の反クォークが対消滅し、仮想光子を経てミューオン対が生じる: $q + \bar{q} \rightarrow \gamma^* \rightarrow \mu^+ + \mu^-$ 。ハドロンの散乱から不変質量の大きなレプトン対が生じるという点で特徴的である。1970 年に S. D. Drell と T.-M. Yan によって予言され、同年に BNL AGS での J. H. Christenson らの実験によって観測された。

核子構造の研究には主にレプトン-核子の深非弾性散乱 (DIS) が用いられてきた。その豊富な実験データに基づいて核子構造を定式化する理論的枠組が確立しつつあるが、現在の理論では未だ現象を再現できない測定データも多い。Drell-Yan 反応は DIS と違って始状態に 2 個の核子が関与するので、反応断面積は核子構造の積 (クォーク分布 \times 反クォーク分布) で表される。この特徴を活かして、下記の測定量等を高精度に決定する又は DIS との一貫性を検証する事が可能である。

- 反クォーク (\bar{u} と \bar{d}) のフレーバー対称性の破れ
- クォークのスピンの横方向運動量 (k_T) の相関 ... Boer-Mulders 効果
- 陽子のスピンのクォークの k_T の相関 ... Sivers 効果

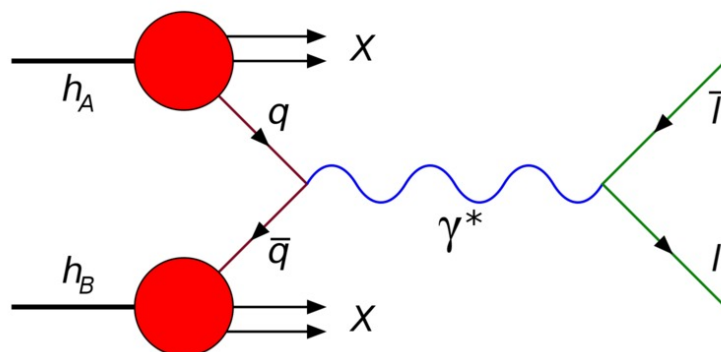


図 1: ドレル-ヤン反応過程、 $q\bar{q} \rightarrow \gamma^* \rightarrow \mu^+\mu^-$

Drell-Yan 反応の重要性は近年増しており、既に FNAL Main Injector (E906/SeaQuest 実験)、BNL RHIC (AnDY 実験)、CERN SPS (COMPASS 実験)、GSI FAIR (PANDA 実験)、J-PARC 等で測定の計画・準備が進められている。後発の実験は偏極ビームや偏極ターゲットを用いてスピン非対称度の測定を行なう。

就中 FNAL (アメリカ・フェルミ国立研) の E906/SeaQuest 実験は、現在行なわれている唯一の Drell-Yan 実験である。日本・アメリカ・台湾の共同研究であり、日本からは東工大、理研、KEK、山形大の研究者が参加している。第一の実験目的は、反クォーク (\bar{u} と \bar{d}) のフレーバー対称性の破れを大きな Bjorken x (~ 0.45) で精密に測定する事である。Main Injector からの 120 GeV の陽子ビームと、陽子・重陽子および原子核の標的を用いる。図 2 は本実験のスペクトロメータの概念図である。陽子ビームは左から入射し、終状態のミュオン対は右向きに生成される。Station 1-3 でトラッキングを行ない、Station 4 で粒子識別を行なう。

本講演では、先ず核子構造の研究に関する Drell-Yan 反応の特徴を説明する。そして FNAL E906/SeaQuest 実験を例にとり、Drell-Yan 反応の測定手法を紹介する。

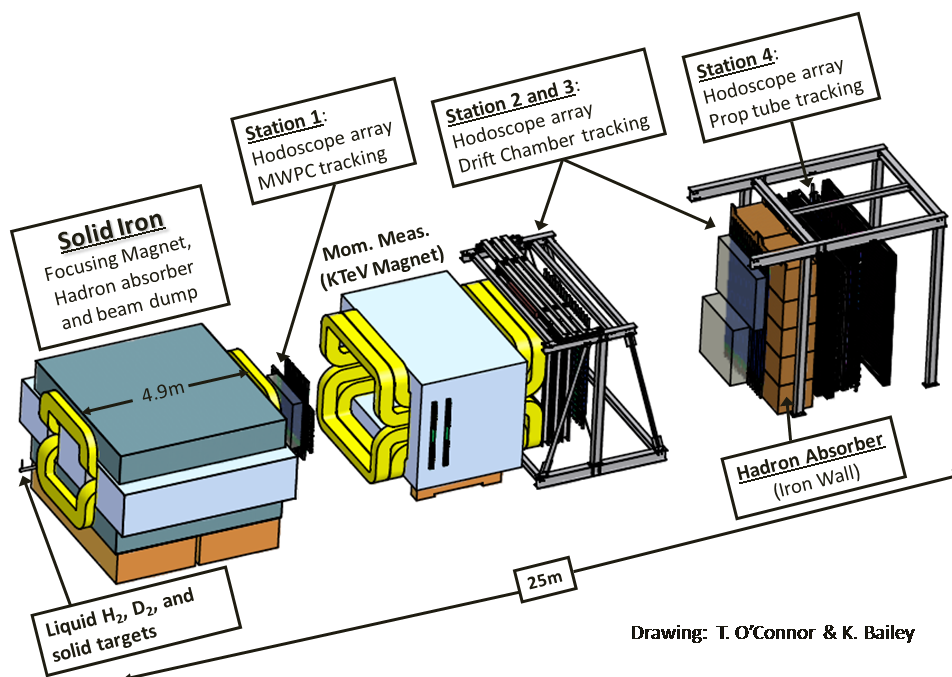


図 2: FNAL E906/SeaQuest 実験のスペクトロメータ