

3. 国際共同研究

【採択時公表】

3- (1) 全体概要

本欄には、本事業を実施することにより、到達目標へどのように繋げていくのかを、2. に記載した実施体制等を含めて、全体的な概念を図等を使って分かりやすく示した上で、以下に続く3- (2) 研究目的及び到達目標、3- (3) 研究計画・方法の各項目について全体的な概要を簡潔にまとめて記述してください。(図と記述で1頁以内)
 なお、本欄(3- (1))は採択された場合、採択後本会HP等で公表される予定です。

【研究目的及び到達目標】

物質の重要な構成要素である核子(陽子と中性子)の内部構造は十分に理解されていない。本研究では内部構造の鍵である「核子スピンの起源の謎」をクォークレベルで探る。QCD理論によると、核子はクォークがグルーオンの交換によって結合した複合粒子で、そのスピンはクォークスピン寄与 $\Delta\Sigma$ 、グルーオンスピン寄与 ΔG 、およびクォークやグルーオンの軌道回転寄与 $\langle L_z \rangle$ から構成される($1/2 = (1/2) \Delta\Sigma + \Delta G + \langle L_z \rangle$)。これまでにクォークスピン寄与はほぼ確定し、 $\Delta\Sigma = 30\%$ 程度が報告されている。一方、グルーオンスピンの情報も蓄積されつつある。ところが、軌道回転寄与についての研究は始まったばかりである。その存在を示すと考えられる実験的な証拠がミュオンの深非弾性散乱過程において得られているが、ドレルヤン過程との理論的な整合性がチェックされていないために、その存否の結論を得るに至っていない。一方で、格子QCD計算では「一般的な基底状態はS状態という常識に反して」クォークの軌道回転寄与の存在が示されている。

本研究では、ドレルヤン反応での標的スピン依存性を世界に先駆けて精密に調べ、クォークの横運動量と核子スピンの相関を表すSivers関数をドレルヤン過程で初めて決定する。これによってQCDと実験データの整合性を確認し、クォークの軌道角回転寄与の存否を確定する。

【研究計画・方法】

平成29年度に「偏極ドレルヤン測定のための準備」、平成30年度に「偏極ドレルヤン測定」を遂行し、平成31年度に「データ解析」を行い、結論をまとめる。さらに、クォークの軌道回転寄与を定量的に調べる「偏極GPD測定」を含む将来計画の準備を行う。

ビーム粒子(負電荷パイ中間子)中の反クォークと標的粒子(陽子)中のクォークが融合し、レプトン対が生成されるDrell-Yan(DY)反応に於けるSivers関数 $f_{T,DY}^\perp$ を世界に先駆けて決定する。これを既知の深部非弾性散乱でのSivers関数 $f_{T,SIDIS}^\perp$ と比較して、QCDの枠組みとの整合性を確認する。最終的にクォークの軌道回転寄与の存在を明かにする。

既存のCERN-COMPASSセットアップに大型陽子偏極標的やハドロンアブソーバーを組みこんだCOMPASS-DYセットアップに160GeVの π^- ビームを入射し、下流側でミュオン対 $\mu^+\mu^-$ をとらえる。この中からドレルヤン反応が支配的な不変質量領域を選択し、標的陽子スピンを反転した際の反応率の変化を調べ、Sivers非対称度を求める。これから、Sivers関数を決定する。大強度ビームによる偏極標的への熱流入、放射線損傷によって標的偏極度の低下などの懸念があるため、冷却システム(希釈冷凍器)のアップグレードする。さらに、偏極度測定システム(NMR)の性能向上を図り、大型偏極標的を準備する(平成29年度)。平成30年度には約5ヶ月間、偏極標的を注意深く運転してデータ収集を行う。平成31年度には、標的偏極度測定システムの較正を行い、標的偏極度を決定。並行して、ドレルヤン反応データの解析を行い、Sivers非対称度、Sivers関数を決定する。また、将来の偏極GPD測定の準備を行う。

※本ページは増やせません。

(平成29年度公募)