

論文内容要旨 (和文)

2012年度入学 大学院博士後期課程

地球共生圏科学 専攻 物理学 分野

氏 名 松田 洋樹



論文題目 Measurement of longitudinal double spin asymmetries in the single-inclusive hadron quasi-real photoproduction at high- p_T by a muon beam for the study of gluon polarisation in nucleon

(核子中のグルーオン偏極度の研究のためのミュオンビームを用いた高横方向運動量領域における仮想光生成によるハドロンの縦方向二重スピン非対称度の測定)

CERN で行われている COMPASS 実験では核子やハドロンの性質についての研究が2002年から現在に至るまで精力的に行われている。COMPASS の研究の中で注力しているひとつが、 ΔG と呼ばれるグルーオンスピンの核子スピンへの寄与の決定である。これまで COMPASS ではいくつかの解析を行っており、いずれの結果も ΔG はほぼゼロと矛盾しないというものであった。

ΔG は、光子と核子からのグルーオンがクォークを介して相互作用しクォーク・反クォーク対を生成する光子グルーオン融合 (PGF) 過程を含んだイベントを解析することで得られる。COMPASS では2つの方法で解析が行われてきた。ひとつは Open Charm 法で、チャームクォークを含む中間子が生成されたイベントを PGF 過程が含まれているイベントとして解析する手法である。もうひとつは High- p_T 法で、高横方向運動量 (p_T) を持つハドロン対が生成されるイベントを PGF 過程が含まれるイベントとして解析する手法である。前者の手法は物理的バックグラウンドが少なく、さらにモンテカルロシミュレーションでのモデル依存性が小さい。一方、後者の手法に比べ解析に用いられるデータの統計数が圧倒的に少ないという特徴を持つ。後者の手法においてデータの統計数は圧倒的に多いものの、物理的バックグラウンドが大きくモンテカルロシミュレーションでのモデル依存性が強い。いずれの手法も実験値をモンテカルロシミュレーションと比較することで ΔG の寄与を決定する。

この論文では、single-inclusive hadron 法という新しい手法を開発し解析を行った。これは仮想光子を通じた反応により生成された $0.7 < p_T < 4$ GeV/c 領域でのハドロンの縦方向二重スピン非対称度を測定し理論計算と比較してグルーオンスピンの寄与を評価する手法である。解析では 160 GeV/c または 200 GeV/c の偏極ミュオンビームと ${}^6\text{LiD}$ または NH_3 の固体偏極標的を用いて測定されたデータが用いられた。

非対称度は誤差を最小に抑制できる second order weighted 法で計算された。重陽子および陽子に対する非対称度を計算し、さらにそれら非対称度の誤差を評価した。その結果、系統誤差は統計誤差に比べて小さいことが確認され、どちらの非対称度も誤差の範囲内でほぼゼロであった。この非対称度と理論から計算された非対称度との比較は、核子の運動量に対するグルーオン運動量の比 x_g が $0.05 < x_g < 0.2$ の領域に於いて ΔG は正であることを示唆している。

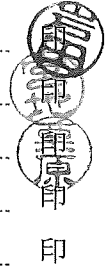
学位論文の審査及び最終試験の結果の要旨

2016年 2月 9日

理工学研究科長 殿

課程博士論文審査委員会

主査 岩田高広
副査 宮地義之
副査 栗原正人
副査 _____
副査 _____



学位論文の審査及び最終試験の結果を下記のとおり報告します。

記

論文申請者	専攻・分野名	地球共生圏科学専攻・物理学分野	氏名	松田洋樹
論文題目	Measurement of longitudinal double spin asymmetries in the single-inclusive hadron quasi-real photoproduction at high-Pt by a muon beam for the study of gluon polarization in nucleon (核子中のグルーオン偏極度の研究のためのミュオンビームを用いた高横方向運動量領域における仮想光生成によるハドロンの縦方向二重スピン非対称度の測定)			
学位論文審査結果	合格	論文審査年月日	2016年2月5日～ 2016年 2月5日	
論文公聴会	2016年 2月 5日	場 所	理学部13番教室	
最終試験結果	合格	最終試験年月日	2016年 2月 5日	

学位論文の審査結果の要旨 (1,000字程度)

本論文は原子核を構成する核子（陽子および中性子）のスピン構造に関する実験的な研究について記述されたものである。スピン1/2を持つ核子は下部構造として基本粒子であるクォーク（スピン1/2）やQCD（量子色力学）によって記述される強い力を媒介するゲージ粒子であるグルーオン（スピン1）が結合した複合粒子とみなされている。しかし、核子のスピンに関する微細構造は未だに解明されていない。本研究は核子のスピンに対するグルーオンスピンの寄与を調べ、グルーオン偏極度を得ることを目的として、ヨーロッパ原子核研究機構（CERN）の偏極した高エネルギーミュオンビームを偏極した核子標的（水素および重水素標的）に入射し、終状態に単一ハドロン生成をとらえた場合の縦方向二重スピン非対称度の測定について、測定手法やデータ解析、結果について述べられている。本論文は英語で137ページに渡って記述され、1, 2章において核子スピン構造に関する導入とQCDの理論的枠組みについて、3章に実験装置の詳細、4章にデータ解析、5章に結果と考察、6章に結論が示されている。特に、本論文で強調するデータ解析において非対称度を求める際の系統誤差の推定の様々な方法について特にくわしく述べられている。

本論文の審査では主に研究の重要性、オリジナリティ、研究分野へのインパクト等を調べ審査基準に従って判定を行った。本研究によって水素および重陽子標的に対するハドロン生成反応での二重スピン非対称度が初めてハドロンの横運動量の高い領域まで測定された。この量は核子内部のグルーオン偏極度に関連する重要な観測量であり、本研究はそれを初めて測定したオリジナリティの高い研究だと評価できる。また、この結果は物理学分野でのトップジャーナルの一つであるPhysic Letters B誌にも掲載されおり、今後の理論的研究によってグルーオン偏極度が導き出せる見通しが得られたことから、この研究分野へのインパクトがあると判断できる。上記のように判定基準を満たしており、合格と判断した。

最終試験の結果の要旨

博士論文公聴会後に主査、副査と申請者との30分程度の面接において質疑応答を行った結果、当該研究内容について深く理解し、博士の学位を授与するのに十分な知識と能力を有していると判定し、合格といたしました。