

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	ドレル・ヤン実験 SeaQuest による陽子中の反クォークのフレーバー非対称度の研究
Title(English)	Probing Flavor Asymmetry of Anti-quarks in the Proton by Drell-Yan Experiment SeaQuest
著者(和文)	宮坂翔
Author(English)	Shou Miyasaka
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10287号, 授与年月日:2016年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:柴田 利明,中村 隆司,久世 正弘,陣内 修,岡 眞
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10287号, Conferred date:2016/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名		宮坂 翔	
論文審査 審査員		氏 名		職 名		氏 名	職 名
	主査	柴田 利明		教授	審査員	岡 眞	教授
	審査員	中村 隆司		教授			
		久世 正弘		教授			
		陣内 修		准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は 'Probing Flavor Asymmetry of Anti-quarks in the Proton by Drell-Yan Experiment SeaQuest' と題し、陽子中の反アップクォーク ($\bar{u}$) と反ダウンクォーク ($\bar{d}$) の存在量の非対称度の測定の新しい実験結果を示している。

陽子の静的な性質は基本的に 3 つのクォーク uud を用いて記述することができるが、高エネルギー散乱などの短距離の動的な事象においては陽子中の反クォークやグルーオンも重要な役割を果たす。反クォークはグルーオンからのクォーク・反クォーク対の生成によってできる。このようなクォーク、反クォークを海(sea)クォークと呼ぶ。グルーオンとクォークの結合定数は量子色力学 (QCD) によればクォークのフレーバーには依存しないので、 $\bar{u}$ と $\bar{d}$ の量は同じであると予想されるが、深非弾性散乱実験によって $\bar{d}$ の方が $\bar{u}$ よりも多く存在するということが 1991 年に報告された。その後、Drell-Yan 実験において比 $\bar{d}/\bar{u}$ が x の関数として測定されたが、その x の測定領域は 0.35 までに限定されていた。本研究では、より大きな x の領域、即ち $0.1 < x < 0.58$ で測定を行うために測定器を開発し、実験を行って結果を得た。 x は Bjorken x とも呼ばれ、陽子の運動量に対するパートンの運動量の比である。Drell-Yan 過程は反応に必ず反クォークが含まれるので、反クォークの研究をするのに適した過程である。本研究の実験は SeaQuest と呼ばれ、アメリカ・フェルミ国立加速器研究所の 120 GeV 陽子ビームと固定標的の水素および重水素を用いて行われた。

本論文は 7 つの章によって構成されている。

第 1 章 Introduction では本研究の背景と本研究の概要を述べている。

第 2 章 Physics and Motivation では陽子のクォーク・反クォーク構造の現象論と、Drell-Yan 過程の運動学などを述べている。

第 3 章 Review of Experiments on Flavor Asymmetry of Anti-quark Sea では、陽子内の $\bar{u}$ と $\bar{d}$ のフレーバー非対称度に関する実験の手法と結果、および SeaQuest 実験の動機を述べている。

第 4 章 Experimental Method: SeaQuest では、SeaQuest 実験の磁気スペクトロメータとデータ収集システムについて述べている。磁気スペクトロメータの中でも特に Drell-Yan 過程からのミューオン対の飛跡再構成に用いるドリフトチェンバーの製作と運転の詳細が記述されている。ドリフトチェンバーの多数のワイヤーをほぼ均一な張力で張る方法などが示されている。

第 5 章 Data Analysis では、SeaQuest の実験データ解析の手法と結果を示している。まず、ドリフトチェンバーの時間情報から位置情報に変換する較正の方法が示されている。それを用いて荷電粒子の飛跡再構成を行い、Drell-Yan 過程からのミューオン対を選別した。ビーム陽子強度に依存する要素の補正、ターゲットの成分補正、バックグラウンドの補正を行い、陽子-陽子、陽子-重陽子反応の断面積比を導出し、更に比 $\bar{d}/\bar{u}$ を導出した。 $0.1 < x < 0.45$ では $\bar{d}/\bar{u} > 1$ であり、 $0.45 < x < 0.58$ では $\bar{d}/\bar{u}$ は 1 に近い、という結果を記述している。

第 6 章 Discussion of the Results では、前章で得られた結果について、以前の実験結果との比較を行った。また、いくつかのパートン分布関数や、pion cloud model を一例とするハドロンモデルとの比較も行った。この広範囲の x における $\bar{d}/\bar{u}$ の実験結果は、陽子の内部構造を理解することや陽子内の反クォークの起源を理解することに貢献し、今後の量子色力学の理論的研究の基礎ともなる。様々なハドロン反応のシミュレーションにとして使われている反クォークのパートン分布関数の精度を高める、という効果もある。

第 7 章 Conclusion and Future Prospect では本研究のまとめと、今後の展望を述べている。

以上、本論文では Drell-Yan 過程の実験を行い、その実験データから陽子中の反クォークの比 $\bar{d}/\bar{u}$ を導出したことを報告している。本論文は申請者の測定器製作、実験データ解析の両面にわたる優れた研究能力を示すとともにこの分野の研究の進展に貢献するものであり、博士 (理学) 論文として高い価値があるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。