

氏 名 (本 籍)	サティッシュ・K.ダーワン (米国)		
学 位 の 種 類	理 学 博 士		
学 位 記 番 号	博 乙 第 169 号		
学 位 授 与 年 月 日	昭 和 59 年 1 月 31 日		
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当		
審 査 研 究 科	物 理 学 研 究 科		
学 位 論 文 題 目	Experimental Techniques for Measurement of Spin Dependent Structure Functions (スピン依存構造関数測定のための実験的方法)		
主 査	筑波大学教授	理学博士	近 藤 都 登
副 査	筑波大学教授	理学博士	諏 訪 繁 樹
副 査	筑波大学教授	理学博士	八 木 浩 輔
副 査	筑波大学助教授	理学博士	滝 川 紘 治

論 文 の 要 旨

陽子がスピン $1/2$ の粒子であることは古くから知られているが、陽子内部でスピン角運動量がどのように分布しているかは、申請者を含む研究グループによる一連の偏極電子・偏極陽子深非弾性散乱の実験によって明らかにされてきた。

電子陽子深非弾性散乱は、最初 1960 年代後半スタンフォード線型加速器センター (SLAC) において行われ、予想された弾性散乱に比較しはるかに大きい断面積をもつことから、陽子が内部構造をもつことを直接示すものとされ、この結果を説明するために、R. Feynman はパートン模型を提唱した。

パートン模型によれば、陽子は 2 個の u -クォークと 1 個の d -クォークからなる価クォークと、クォーク・反クォーク対の集合である海クォークから構成されている。深非弾性散乱の結果から、これらのクォークの分布確率 $u(x)$, $d(x)$ 等 (x はクォークのもつ運動量の割合) が知られる。この論文のテーマである偏極電子・偏極陽子散乱の実験により、さらに、 $u(x)$, $d(x)$ 等のスピン依存性、 $u\uparrow(x)$, $u\downarrow(x)$, $d\uparrow(x)$, $d\downarrow(x)$ (但し、 $u\uparrow(x)$ 等は、 u -クォークのスピンが陽子スピンと平行である確率等を表わす) に関する情報が得られる。

偏極電子・偏極陽子深非弾性散乱の実験は、多くの分野にわたる実験技術を総合して SLAC において行われた。偏極電子は Li 原子を原子線法によって 6 極磁石により偏極し、紫外線により光電離して得られる。偏極陽子は、ブタノールと常磁性塩の混合液を 1°K に冷却し、5 テラスの磁場中でマ

マイクロ波によるダイナミック偏極法を用いて得られる。

電子の偏極度は、線型加速器で10～20 GeVに加速後、強磁性薄板を標的として、メラエ散乱を行わせ、メラエ散乱のスピンの依存性から決定する。陽子偏極度は、核磁気共鳴法を用いて測定する。

偏極電子・偏極陽子の包含非弾性散乱では散乱後の電子の運動量測定と電子同定を行なう。運動量測定は、電磁石とワイヤ・チェンバーによるスペクトロメーター系によって行われ、電子同定のためガス・チェレンコフ・カウンターと鉛ガラス・シャワー・カウンターを用いた。

各実験装置はLSI-11等マイクロ・コンピューターにより、オン・ライン制御とモニターが行われ、スペクトロメーターからの情報等主な実験データは、VAX 11/780により、収集とオン・ライン解析が行われた。

この実験では、縦偏極した電子と陽子に対し、スピンの互に平行な場合と反平行な場合の断面積の非対称度(アシンメトリー)が測定された。実験的に得られるアシンメトリーは、 $\Delta = PePp f A$ で与えられる。ここに、 Pe 、 Pp はそれぞれ電子・陽子の偏極度で、 f は、標的中の偏極陽子の割合であり、 A が求める電子・陽子散乱のアシンメトリーである。

Δ の大きさは、 Pe 、 Pp 、 f 等の因子のため、数パーセント以下となる。このため、実験は高精度で行う必要がある。 Pe 、 Pp 、 f 等の測定誤差を5%におさえることにより、主な誤差が計数統計誤差となるように実験を行い、 $0.1 < x < 0.64$ の範囲で $\Delta x = 0.1$ の区間毎に、 $\Delta A \approx 0.05 \sim 0.1$ の実験データを得た。

電子・陽子散乱のアシンメトリーから適当な仮定をおくことにより、仮想光子吸収のアシンメトリー A_1 とスピン構造関数 $g(x)$ が得られ、いろいろな理論のモデルと比較が行われた。これまで提出された多くのモデル中、Carlitz & KaurとSchwingerのモデルが、実験結果と合致している。また、スピン構造関数に関するBjorkenおよびEllis-Jaffe和則との比較がなされ、実験結果がこれらの和則と矛盾していないことを示した。

審 査 の 要 旨

この実験は、技術的に多くの分野にわたり各部分で高度の技術が要求される。申請者は、エレクトロニクス・データ処理等に、すぐれた能力をもち、磁気共鳴法の自動化とデータ収集、スペクトロメーター系のワイヤ・チェンバーの設計・製作、データ読出し装置の設計・製作、データ収集時の操作等実験を成功に導く上に大きな貢献を行った。特に、ワイヤ・チェンバを用いるスペクトロメーター系の導入には、申請者が主要な役割を果たしており、これにより実験データの精度が飛躍的に改良された。

素粒子物理の面では、この実験により陽子のスピン内部構造が明らかにされ、従来あった種々の理論的予想の正否が決められた。また、いわゆるBjorken和則と実験結果との合致は、電磁・弱相互作用におけるレプトン・クォークの普遍性を示すものとして大きな意味をもつ。

よって、著者は理学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。