

氏 名	小 西 憲 一 こにし けん いち
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	論 理 博 第 488 号
学位授与の日付	昭 和 50 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	Duality in ep Inelastic Scattering (電子—陽子非弾性散乱における双対性)

論文調査委員 (主 査)
教授 町 田 茂 教授 田 中 正 教授 位 田 正 邦

論 文 内 容 の 要 旨

強い相互作用をする素粒子 (ハドロン) の高エネルギーにおける反応の分析から双対性がある範囲で非常に重要な役割をすることが明らかにされている。また高エネルギーでかつ、運動量の移行が大きい領域においてスケーリングがあらわれ、このことはハドロンを構成する要素とそのあいだの相互作用を推定するための大きい手がかりを与えている。

申請者の主論文は上記の問題を光子が生じる現象において、くわしく研究したものである。高エネルギーで運動量の移行が大きい場合の電子—核子非弾性散乱において、励起される核子共鳴状態のふるまいがスケーリングと密接に結びついていることは Bloom と Gilman によって見出され Rubinstein その他の人によって詳しく調べられた。電子—陽子非弾性散乱の包含反応の断面積は、仮想光子の陽子によるコンプトン散乱と直接対応するので、このことは、ハドロンの電磁的過程における双対性の重要さの最初の明白な証拠といえることができる。さらに、この過程においては、ハドロンだけが関与する現象よりも直接的に、変数の外挿なしに双対性をたしかめる可能性を与える。

Bloom と Gilman の研究は有限エネルギー和則の成立を示したものであり、双対性がいわば平均的な意味で成り立つことを示したものであるが、申請者はまず、双対性が局所的にも成り立つことを示している。申請者は仮想光子のコンプトン散乱に対する Veneziano 型の簡単な式をつくり、その吸収部分が運動量移行を固定したときの Bloom と Gilman の有限エネルギー和則の解になることを示した。このモデル振幅はハドロンだけが関与する反応での Veneziano 振幅および形状因子に対する Veneziano 型モデルと整合的であり、また、電子—核子非弾性散乱の観測される性質を、広い範囲にわたって、定性的によく再現する。

主論文の後半においてはスケーリングおよびしきい値近傍での振舞いが調べられている。申請者は、Rubinstein その他の研究にもとづき、仮想光子のコンプトン散乱の前方散乱振幅の吸収部分が二つの成分から成ると仮定する。一つの成分は共鳴状態からの寄与で、ハドロンの量子数の交換に双対的なもので

あり、他の成分はバックグラウンド項で真空の量子数の交換に双対的なものである。これらは、それぞれ、非回折的および回折的な成分と呼ばれることもある。

電子-陽子非弾性散乱の多くの重要な様相は共鳴状態のふるまいと結びつけて理解することができるが、非共鳴的なバックグラウンド項の役割はまだ明らかにされていない。申請者は、a)非回折的および回折的部分は別々にスケールリングを生じているか？b)そうであるならば、実験に見られる散乱断面積のしきい値近傍の共鳴的ふるまいをどのように説明することができるか？の二つの問題を中心にして、非共鳴的バックグラウンド項の性質をくわしく調べた。申請者は平面的双対性、共鳴状態の幅を無視する近似および一種の結合常数による摂動展開を用い、次の結果を得た：1)回折成分はエネルギーと運動量移行を無限大とする極限において非回折部分と同様にスケールリングを生じる：2)散乱断面積の回折成分のしきい値近傍でのふるまいは非回折成分のそれと同じ形になる：3)2)が発生する原因は、モデル振幅における形状因子がすべての反応において共通であることである。

この結果により、Bloom-Gilman の双対性およびしきい値近傍のふるまいの、一見、共鳴的な性質は、必ずしも、回折項が小さいことを意味しないことが明らかになった。

参考論文1では、ハドロンの多重発生現象において発生粒子の横向き運動量が小さい値に限られることが、双対共鳴模型によって説明できることが論じられている。参考論文2～5は、いずれも光子とハドロンの相互作用において双対性および和則をくわしく扱ったものである。

論文審査の結果の要旨

ハドロンの散乱において重要な役割を果たすことが知られている双対性が、光子の関与する現象においてどのような役割をするかは重要な問題である。

いままでの研究において、平均的な意味での双対性がよく成り立っていることは有限エネルギー和則として知られていたが、申請者は主論文の前半において、これが平均的にのみでなく、局所的にもよく成り立つと考えられることを示した。

申請者は6点 Veneziano 関数から出発し、入射する二つの隣接する運動量の和を一つの電流の運動量とみなすことによって、仮想光子と核子との散乱振幅に対し、局所的な双対性を持つ一つのモデル振幅をつくった。この振幅の吸収部分は有限エネルギー和則をみだし、またスケールリングを生じることが、くわしい計算により示されている。また、このモデルにより現象のくわしい予測が可能になるので、観測可能ないくつかの量がくわしく計算されている。

主論文の後半においては回折成分の諸問題が扱われている。回折成分がどのようなふるまいをするかはよくわからなかったが、申請者はいくつかの仮定にもとづき、回折成分も共鳴成分と同様にスケールリングを生じ、また、実験にあらわれる一見共鳴的に見えるしきい値近傍のふるまいをも説明できることを示した。このことは、非常に興味ある結果であるが、それが生じる原因は、双対性をみだすモデル振幅における形状因子の普遍性にあることが明らかにされている。このことは、光子の関与する現象においても双対性がきわめて重要な役割を果たすことを明瞭に示すものとして注目すべき結果といえることができる。

参考論文1～5はいずれも高エネルギーのハロン反応における双対性あるいは光子の関与する現象で

の双対性をくわしく調べたものであって、多くの興味ある結果を得ており、申請者のこの方面における学識および能力をよく果している。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。