

氏 名	鳥 生 隆 とり う たかし
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	理 博 第 621 号
学位授与の日付	昭 和 55 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	理 学 研 究 科 物 理 学 第 二 専 攻
学 位 論 文 題 目	String Model and Multi-Hadron Production in e^+e^- Annihilation (弦模型と e^+e^- 消滅過程におけるハドロンの多重発生)

論文調査委員 (主 査)
教 授 田 中 正 教 授 町 田 茂 教 授 三 宅 弘 三

論 文 内 容 の 要 旨

最近の高エネルギー電子・陽電子消滅実験は、ハドロン多重発生に顕著な jet 構造のあることを明らかにし、注目されている。これは理論的には早くから予見されていたものであり、電子・陽電子の消滅の際、電磁的相互作用によってハドロンの構成子とされるクォークと反クォークが対生成され、それぞれがカスケード的に多数のハドロンに崩壊していく過程として説明されている。実際、実験結果の詳細な分析から、期待されたようにクォークはスピン 1/2、質量ゼロの Dirac 粒子であるとして、例えば jet の角分布などが見事に説明されることが分ってきた。一方これまでの理論および実験からは、クォークはハドロンの構成子であるが単独には存在しえない実体であるという考えが強く支持されている。従って上述の実験でのクォークと反クォークはそれぞれが自由粒子として生成されるわけではなく、両者の間には束縛のメカニズムが働いていなければならない。従ってこのことをさきの jet 構造の生成と考えと矛盾なく説明することが必要となるが、それを可能にする有力な理論としてハドロンの弦模型がある。それによれば対生成されたクォークと反クォークは、1次元的な弦によって結ばれており、ハドロンの多重発生の現象は、弦が伸縮の途中で多重に切断される過程として説明される。その際各々の切片は両端に新たにクォーク・反クォークを生成し、独立のハドロンとして振舞うものとする。

申請論文は以上の考えを発展させ、相対論的な弦の厳密な運動法則に立脚して、弦の多重切断に関して簡単でかつ合理的なモデルを提唱し、それによって現実の jet の示す諸性質、例えばハドロンの運動量分布、個数分布などをきわめてよく説明しうることを示した。

実際、弦の相対論的運動法則はこれまでくわしく研究されているが、その運動は一般には複雑である。しかし申請者は電子・陽電子の高エネルギー消滅実験においては、重心系でクォーク・反クォークが直線・上逆向きに対生成されるが、それに伴う弦の運動もこの直線上に限定されるという合理的な仮定をおくことによって、複雑な弦の運動をすでによく知られている相対論的な1次元振動運動に帰着させる。つづいて本論文の中心的課題である弦の分裂については、弦は振動の過程で単位時間、単位長さあたり一定の確

率で分裂するという考えを相対論的に定式化し、また全系のエネルギー・運動量の保存則のため、生成された弦の各切片の両端に新たに対生成されるクォーク・反クォークのエネルギー・運動量はゼロでなければならないという結論を導き、それによって弦の分裂の全過程を完全に記述することに成功した。その結果、生成される多数のハドロンの運動量分布、個数分布あるいは jet の平均質量が極く少数のパラメーターによって具体的に与えられ、実験結果をきわめてよく再現することを明らかにした。

論文審査の結果の要旨

最近の高エネルギー電子・陽電子消滅実験において見出された jet 構造をもつハドロンの多重発生は、クォークの存在を裏付けるものとして注目されている。例えば生成される jet の角分布は、その親がスピン $1/2$ をもつ質量ゼロの Dirac 粒子であるとしてよく説明され、クォーク・反クォーク生成説を裏付けている。しかし一方ではクォークはこれまでに単独の形で見出されていないという実験事実を背景にして、この消滅実験において対生成されるクォーク・反クォークは自由粒子ではなく、両者は 1 次元的な弦によって結ばれているという弦模型が広く支持されている。

ところで複雑な多重発生の現象から明確な結論を導き出すためには、足場とする理論はできる限り簡潔であることが望まれる。一般にクォークと反クォークを結ぶ弦の運動は複雑である。しかし申請者は高エネルギー電子・陽電子消滅実験で、クォークと反クォークが重心系で直線上逆方向に対生成される際、両者を結ぶ弦もこの直線上にとどまり、1 次元単振動を行なうという仮定をおいて問題を簡単化する。この仮定は物理的に見て合理的であり、またこの場合は相対論的に厳密な運動解が知られている。つぎにクォークのハドロンへの転化は弦の多重分裂によって説明される。そこでは第 1 に弦は単振動の過程で、単位時間、単位長さ当たり一定の確率で分裂するという描像を採用し、これを相対論的に定式化する。第 2 に分裂の際、切片の両端に新たに生成されるクォークと反クォークのエネルギー・運動量は、系全体のエネルギー・運動量保存則のために、ゼロでなければならないという結果を用いることによって、多重発生の全過程を一貫して記述することを可能にした。

申請論文においてはこれまでの同種の試みがあまりに現象論的であったり、あるいは仮定が複雑であったのに対して、立脚する弦の振動運動は厳密に定式化されたものであり、また弦の分裂の確率過程に導入される仮定は簡潔でかつ物理的であり、理論は僅かのパラメーターにのみ依存している。しかしこの理論の導く結論は具体的でかつ多岐にわたり、現実の jet 現象の示す多くの特徴、例えば多重発生のハドロンの運動量分布、個数分布などをきわめてよく説明している。またここに展開された考えは、さらに最近明らかになりつつあるグルーオンの生成に起因すると考えられる複雑な jet 構造の解明に対しても適用可能なものであり、この分野の発展に寄与するところが大きい。

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。