



Title	深部非弾性散乱に於ける終状態相互作用
Author(s)	梁, 時宗
Citation	大阪大学, 1980, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/32626">https://hdl.handle.net/11094/32626</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名・(本籍)	梁	時	宗
学 位 の 種 類	理	学	博 士
学 位 記 番 号	第	4 8 8 4	号
学位授与の日付	昭 和 55 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	理学研究科 物理学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当		
学 位 論 文 題 目	深部非弾性散乱に於ける終状態相互作用		
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 内山 龍雄 (副査) 教 授 小谷 恒之 助教授 神吉 健 助教授 佐藤 行 講 師 細谷 暁夫		

## 論 文 内 容 の 要 旨

ハドロンの内部構造を明らかにすることは、素粒子物理学の 1 つの大きな目標である。この分野に於ける最近のめざましい進歩の端緒は、電子—陽子深部非弾性散乱の実験であった。その断面積は、Bjorkenによって示唆されたスケール則を満たすことが見出された。この事実を説明するために、陽子が点状のクォークおよびグルーオンの集団であるとするパートン模型が提唱され、関連する多くの現象に適用されて成果をあげている。

パートン模型に基づく従来の計算方法では、散乱されたクォークは、質量殻上にある自由な粒子と考えられている。しかもこの事が、パートン模型でスケール則を導く鍵になっている。

しかしながら、この模型には次の 2 つの問題点がある。(1)もしクォークがハドロン内部に閉じ込められているものとするなら、クォークは自由粒子ではありえず、束縛の効果を考慮に入れることが必要である。(2)また、閉じ込められたクォークがハドロン化する過程として、クォーク間の終状態相互作用が存在するはずである。

本論文に於いては、上記の 2 つの重要な効果がスケール則に与える影響を考察する。

Fishbane 達はハドロン化過程は考慮せずに、クォークがポテンシャルで束縛されている場合でも、なおスケール則の成り立つ事を示した。他方 Kogut 達は  $\phi^3$  模型を用いて、終状態相互作用の影響がスケール則を破ることを示した。ただし、閉じ込めの機構は考えられていない。

そこで両方の影響をとり入れた模型として、ここではスカラー中間子と相互作用する、ポテンシャルに閉じ込められたクォークを考える。クォークは非相対論的に扱い、中間子は相対論的に扱う。電子に衝突されて高い励起準位に遷移したクォークは、スカラー中間子を放出して、順次低い準位に遷

移しながらハドロン化する。このような終状態相互作用のために、励起状態は準位巾をもつ不安定な状態になる。この準位巾を考慮に入れることが重要な役割を果たす。

我々の模型では、定まったハドロン終状態に至る過程の振幅は、すべてのクォークの中間励起状態を通る振幅の和で与えられる。したがって、この過程の断面積は異なる中間状態の間の干渉項を含む。この干渉項の寄与が無視できる場合にのみ、終状態相互作用の因子が分離され、さらにすべてのハドロン終状態について和をとった結果は1になり、いわゆる深部非弾性断面積がスケール則を満たすことがわかった。この干渉項の寄与が無視できるための条件は、(1)クォーク励起状態の準位巾が準位間隔の大きさに比べて十分小さくなること、あるいは(2)入射電子のエネルギー分解能に比べて準位間隔が十分小さくなること、のいずれかであることがわかった。

具体的に調和振動子ポテンシャルおよび線形ポテンシャルの場合に、励起準位の準位巾を計算した。いずれの場合も深部非弾性散乱で問題になる高い励起準位に対して、準位巾は $1/\sqrt{E_n}$  ( $E_n$ は励起準位のエネルギー) に比例して小さくなる。その結果調和振動子型の場合は(1)の条件が満たされ、他方線形の場合は(2)の条件が成り立つことを確かめた。よってここで考えた模型に於ては、終状態相互作用が存在してもスケール則の成立することが示された。

励起状態の閉じ込められたクォークは、十分時間が経った後には必ずハドロンに転化してしまうはずである。したがってハドロン化の終状態相互作用は、電子クォーク衝突過程から分離(因子化)され、スケール則には影響しないであろうという直感的な議論が言われて来た。本論文の計算は、この描像が成り立つための1つの機構を明らかにした。したがって深部非弾性散乱の問題をより現実的な場の理論で取り扱う場合にも、有用な示唆を与えるものと信ずる。

## 論文の審査結果の要旨

陽子による高エネルギー電子の深部非弾性散乱はハドロンの内部構造をしらべるための有力な手段である。この散乱断面積はBjorkenの主張するスケール則に従うことが見出された。この事実は、陽子がクォークの集合体であると考えれば説明できる。この考えを陽子のパートン・モデルという。しかしこの説明では陽子内のクォークは自由粒子とみなされ、電子との衝突後も自由粒子のように振舞うとされている。この説明では、この仮定がスケール則を導く鍵となっている。

一方、クォークは、常にハドロン内部にとじこめられ、電子散乱の際でも、未だかつてそれが自由粒子としてハドロンの外にとび出してきたという事実はない。したがって前述のスケール則の説明の根拠はこの事実に反する。この矛盾を是正するために、二、三の改良案が外国で発表されているが、未だ満足のゆくものはない。

梁は以下のようなモデルを提唱した。まずクォークは束縛ポテンシャルによってハドロン内部に常にとじ込められている。これに電子が衝突すると、クォークは高エネルギー状態に励起され、以後メソンを放出しつつ順次、より低いエネルギー状態に移り、最後には安定状態にもどるという考えであ

る。この際、各励起状態はすべて不安定で、それぞれ有限の寿命をもって、より低いエネルギー状態に移るということが大切である。またこれらの遷移の途中でクォークの通過する中間状態の間の干渉効果が無視できるとの仮定も重要である。梁はこの効果の無視できるための条件を求めた。また簡単な実例でこの条件の満たされていること、従ってスケール則の成立することも示した。

梁の論文は、世界的に信用のあるパートン・モデルに対しその大きな欠点を除去する可能性を示したものであり、素粒子の内部構造の研究に大きな寄与をしたといえる。理学博士の学位論文として十分な価値あるものと認める。