

Title	QCD sum rule on the quark contents in hadrons
Author(s)	西野, 吉則
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3109884
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	にし の よし のり 西 野 吉 則
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 3 1 5 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 8 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科物理学専攻
学 位 論 文 名	QCD sum rule on the quark contents in hadrons (QCD 和則によるハドロン中のクォーク構成の研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 土 岐 博 (副査) 教 授 大 坪 久 夫 教 授 岸 本 忠 史 助 教 授 藤 原 守 東京都立大学助教授 鈴木 徹

論 文 内 容 の 要 旨

QCD和則を用いてハドロン中のクォーク構成についての研究を行った。特に、クォーク・パートン分布関数のモーメントを考える。ここで、クォーク・パートン分布関数は光円錐上にあるクォーク間の相関を表わしている。QCD和則を用いたアプローチはモデルに依存しないという特徴を有している。このため、計算結果を任意性なく実験や格子ゲージ理論の結果と比較することができる。また、QCD和則が他のモデル依存性のないアプローチと矛盾のない結果を与えることを示すことも可能である。たとえば、我々の研究によって、パイ中間子-核子及びK中間子-核子散乱長の計算結果が、友沢-ワインバーグ関係式として知られる低エネルギー定理を再現することが示された。QCD和則ではさらに対称性の議論のみからは得られない低エネルギー定理の補正も評価することが可能である。

我々はまず、擬スカラー中間子（パイ中間子及びK中間子）に対するクォークの担う運動量比の計算を行った。パイ中間子及びK中間子は低温での主な励起モードであるため、それらのパートン分布関数は、有限温度でのQCD和則等で重要となる。我々の計算の結果、これら2つの中間子に対するクォークの運動量比はほぼ等しいことが示された。パイ中間子に対する結果は、実験の解析値、格子ゲージ理論による計算値、及び南部-イヨナラシーニョ(NJL)模型による計算値とも矛盾がない。K中間子に対する結果は、NJL模型による計算値と矛盾がない。パイ中間子に対する計算においては、パイ中間子やクォークの質量は重要ではない。一方、K中間子に対する計算においては、K中間子やクォークの質量がゼロでないことは必須である。これらの違いがあるにも関わらず、我々の計算結果はこれらの効果が互いに相殺し、ほぼ等しいクォークの運動量比を与えることを示している。

次に我々は陽子中のストレンジクォークのスカラー密度の計算を行った。従来のQCD和則では、摂動論的項やその局所べき補正項が強く抑制されるため、非常に小さなストレンジ・スカラー密度が期待される。我々は、ハドロン中のクォーク構成に関しては初めてダイレクト・インスタントンを考慮に入れたQCD和則による計算を行った。この計算において、ダイレクト・インスタントンは主要な寄与を与えることが示された。計算の結果ストレンジ・スカラー密度は、半現象論的手法で得られた値や、格子ゲージ理論によって得られた値と比べ、非常に小さいことが示された。これは、核子中での大久保-ツヴァイグ-飯塚則の破れが小さいことを意味している。

以上のように、QCD和則を用いることにより我々は様々なパートン分布関数及びそのモーメントをモデル依存性なく求めることができる。QCD和則は、それゆえ、ハドロン中のパートン分布の研究において有用な枠組みである。

論文審査の結果の要旨

クォークはハドロン内に閉じ込められており、その運動は量子色力学 (QCD) に従う。QCD の持つ特徴である漸近的自由性を生かした方法である QCD 和則は、非摂動的な多くの物理量を記述できることが示されている。博士論文ではその QCD 和則を用い、ハドロン内のクォーク構成について研究を行った。

最初にパイ中間子-核子及び K 中間子-核子散乱長の計算を行った。その結果はモデル依存性のない低エネルギー定理と矛盾がないことを示した。次にパイ中間子及び K 中間子に対する構造関数の計算を行い、それらの中間子中のクォークの担う運動量比はほぼ等しいことを示した。最後に、陽子中のストレンジ・クォークのスカラ密度の計算も行った。QCD 和則の研究において初めてである、ダイレクト・インスタントンを考慮し、定式化した点が注目される。計算の結果、陽子中のストレンジ・スカラ密度は、半現象論的な手法で得られた値や、格子ゲージ理論によって得られた値と比べ、非常に小さいことが示された。複雑な計算をやりとげ、今後の研究の動機づけを行ったことは高く評価できる。

これらの内容は学術的内容が高く、博士 (理学) の学位論文として十分価値のあるものと認める。