

Title	核力及び核電磁流の中間子理論とクォーク理論の統一的扱い
Author(s)	山内, 喜昭
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/35194
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏名・(本籍)	やま 山	うち 内	よし 喜	あき 昭
学位の種類	理	学	博	士
学位記番号	第	7188	号	
学位授与の日付	昭和61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	核力及び核電磁流の中間子理論とクォーク理論の統一的扱い			
論文審査委員	(主査) 教授 森田 正人			
	(副査) 教授 金森順次郎 教授 吉川 圭二 助教授 大坪 久夫			
	講師 冠 哲夫			

論文内容の要旨

核構造にクォークの自由度が果たす役割を探る目的で、我々はクォークレベルから出発して核子-核子相互作用をよく記述するモデルを構築した。更にこれに基づいて2核子系の電磁的性質に対するクォークの効果について考察した。我々のモデルは本質的には共鳴群法に基づくクォーク・クラスターモデルであるが、この枠組みの中に更に中長距離における中間子交換機構を導入することによって、核子-核子散乱のみならず重陽子の電磁的性質をも良く記述する現実的なものにすることができた。

特に、核子レベルで記述される伝統的な核物理との関係を明らかにする目的で、我々はある物理量に寄与するクォークの自由度を、核力の短距離部分を生成し、核力あるいは核波動関数の定義の中に取り込まれる部分と、それ以外の部分に分けることを試みた。

重陽子の静的な性質、すなわち電荷、電気4重極能率および磁気能率に対する議論にこの定式化を適用することにより我々は少なくとも低運動量移行の観測量を見る限り、重陽子は構造をもたない陽子と中性子の集まりであると考えた伝統的な核物理の(より根源的レベルのダイナミクスに基づく)理論的な根拠を与えることができた。また運動量移行の増加に伴い、予想されたようにクォークの効果は少しずつではあるが確実に大きくなっていくことがたしかめられた。特にそれは運動量移行が 30 m^{-2} より大きな領域での磁気形状因子に重要な影響を及ぼすことがわかった。

また我々はモデルに更に中間子交換流をも導入し、重陽子の電気分解過程に適用した。中間子交換流の効果は決して無視できず、クォークの効果の明らかな証拠を得るためにはこれに対する正確な評価も無視できないことが示された。

最後に共鳴群法の基底を拡張することにより重陽子における6クォーク状態と2核子状態の共存の間

題を考察し、 $(0s)^6$ クォーク状態の混合確率として約2.4%という値を得た。この大きな混合確率による物理的影響および従来の核物理の重陽子像との関係を詳しく考察した。拡張された模型の解釈には任意性があり、ある描像をとれば基底を拡張しない場合の結果がよい近似で成立していることが示された。

論文の審査結果の要旨

原子核を構成する核子がそれ自身クォークやグルオンを構成粒子とする複合粒子であるという主張が、数多くの実験事実に基いてなされている。これに対して核子間力、更には原子核の性質をもクォーク・グルオンの力学から理解しようという理論的試みが数多くなされるようになった。中でもクォーク・クラスター模型を用いた核力の研究は多くの人々の仕事によって急速な進歩を遂げている。これらの研究によると、核力の短距離部分に存在するとされて来た斥力コアを、より微視的なクォーク同志の相互作用から導くことが可能となる。しかしながらこれらの模型は原子核を束縛させる中長距離の引力を説明することはできない。これは中長距離の核力の原因と考えられる中間子交換機構が上述の理論の枠組の中に採り入れられていないことを考えれば当然の結果といえる。

このような研究の流れにおいて山内君は、クォーク・クラスター模型の枠組の中で、短距離でのクォーク・グルオン交換機構のみならず、中長距離での中間子交換機構をも含むような定式化を行なった。これによって二核子の散乱及び束縛状態を現象としても満足に記述する模型を得た。更にこれを基にして電子散乱現象から得られる重陽子の電磁形状因子を詳細に分析し、この物理量に及ぼすクォークの効果調べた。これらの研究において、重陽子を構造を持たない二核子の束縛状態として取り扱う従来の核物理の描像が、より一般的にクォーク・クラスター模型の理論形式の枠内でどのように位置付けられるかを明確にした。

山内君はこのような理論形式によって、重陽子の電磁形状因子を導出した結果、少なくとも低運動量移行の現象を見る限り、クォークの効果は、従来のハドロンレベルの取扱いによって巧みに取り込まれていることが明らかになった。このことは、核子が核内の平均核子間距離に比べて無視できない大きさを持つにもかかわらず、従来の記述が良く成り立っていることの理論的根拠を与えるものである。しかしながら同時に、運動量移行の増大と共にクォークの効果が少しずつではあるが確実に増大し続けることを示した。特に高運動量移行の磁気形状因子に対しては、クォークの効果が重要な影響を与えることが指摘された。

山内君は、この理論形式を重陽子の光分解過程に適用した。更に重陽子における6クォークと2核子状態の配位混合について論じ、 $(0s)^6$ 配位の6クォーク状態の性質を明らかにした。

山内君の上記の研究は、従来の核物理の描像の適用性とその限界を、より一般的なクォーク・クラスター模型の描像を基にして明確にし、核物理研究の基本的問題である核子2体系について新しい知見を得たものであり、理学博士の学位に十分値するものであると認める。