Osaka University Knowledge Archive

Title	A chiral quark model of the nucleon
Author(s)	吉木, 宏之
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37238
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【9】

氏名・(本籍)	吉木宏之（よしき ひろゆき）
学位の種類	理学博士
学位記番号	第 9635 号
学位授与の日付	平成3年3月26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	A chiral quark model of the nucleon（カイラル・クォーク模型基づく核子の構造）
論文審査委員	(主査) 教授 森田 正人 (副査) 教授 吉川 圭二　教授 大坪 久夫　助教授 佐藤 行 講師 冠 哲夫

論文内容の要旨

カイラル・クォーク模型に基づき，低エネルギー領域（～1 GeV）での核子の構造について研究した。

核子をクォークの束縛状態として理解する試みは，非相対論的クォーク模型に始まり，その後の様々な精密化を通じて，実験事実を半定量的に説明することに成功してきた。

本論文では，カイラル対称性を取り入れた簡単なクォーク模型に基づいて，Sea クォークの自由度を非摂動論的に取り扱い，核子の諸物理量へのその影響を調べた。その為の理論的手続きは以下の様である。まず，平均場近似に基づき，バリオン数1のソリトン解を得る。このソリトン解は中間子場に対するヘッジホッグ（針ネズミ）型仮定の為に，スピン・アイソスピンの固有状態でない。物理的な核子やデルタ粒子状態を得る為に，集団量子化（クランキング）の方法を用いる。こうして得られた核子状態を基に，擬ベクトル結合定数 g_A，磁気能率等の核子の物理量への Sea クォークの影響を調べた。特に興味深いのは，最近のEMCグループによる実験と関係する陽子のスピン期待値の問題である。この模型の枠組で，陽子の全スピンの内訳を詳細に調べることにより，核子は π 中間子のトポロジカル・ソリトンであると主張するスキルム模型の力学構造を，クォークのレベルで解明できた。

クォークの有限の質量は，ラグランジアンの持つカイラル対称性を顕わに破る。この破れの，核子の諸物理量に対する影響を調べた。磁気能率のアイソ・ベクトル部分への影響を除き，その効果は小さいことがわかった。同じ模型の枠組で，π 中間子－核子シグマ項をカイラル摂動論に依らない方法で調べ，これを摂動論を用いた結果と比較した。前者は後者より大きい理論値を与え，実験値と良く一致することが判った。

論文審査の結果の要旨

低エネルギーの量子色力学（ＱＣＤ）の最も重要な性質の一つにカイラル対称性がある。この対称性の自発的破れの際にゴールドストーン粒子として現れるパイ中間子はハドロンの構造にも特別の役割を果たす。

吉木君はこのカイラル対称性を取り入れたクォーク・レベルの有効ラグランジアンを基礎として核子の構造を研究した。このためまず平均場（ハートリー）近似を用い，有効ラグランジアンのソリトン解を求めた。このハートリー計算は３個のバレンス・クォークだけでなく。平均ポテンシャル中のクォークのディラック方程式の全ての負エネルギー準位をも含めて実行された。こうして得られたソリトン解は平均場に対するハリネズミ型の仮定のためにスピン・アイソスピンの固有状態になっていない。吉木君は，原子核の集団運動理論でよく知られたクランキングの方法でスピン・アイソスピンの射影を実行し，物理的な核子に対応する状態を構成した。この状態に対し，核子の様々な物理量をクォークの負エネルギー準位も考慮して評価した。このことは，クォーク・反クォークの真空偏極の効果，あるいは３個のバレンス・クォークの周りのパイ中間子の雲の効果を非摂動論的に評価できたことを意味する。

吉木君は陽子のスピン・コンテントの解析を通じて，核子はパイ中間子のトポロジカル・ソリトンであるとするスキルム模型のクォーク・レベルの解釈を与えると共に，現実的な核子の模型としてのスキルム模型の限界を指摘した。

また有限のカレント・クォーク質量によるカイラル対称性の顕わな破れは，核子のアイソ・ベクトル磁気能率等の限られた量を除けば，その効果は小さいことを示した。更にカイラル対称性の顕わな破れに敏感なπＮシグマ項をカイラル摂動論に頼らず計算し，実験値と良い一致を見た。

吉木君の実行した負エネルギー準位のクォークの自由度まで含めたカイラル・クォーク模型のソリトン解のスピン・アイソスピン射影は，その必要性が広く認識されていたにも拘らず，実行されなかった課題であり，理学博士の学位に十分値するものであると認める。