

## 論文審査の結果の要旨

本論文は6章から構成されている。

第1章は序文にあてられていて、本論文に至る歴史的背景が説明されている。強い相互作用の基礎理論である量子色力学 (QCD) の基本的性質が概観された後、'tHooft による QCD の  $1/N_c$  展開 ( $N_c$  はカラーの数) と Witten による  $1/N_c$  展開で得られる有効メソン理論のソリトン解としてのバリオンの解釈、さらに、Adkins、Nappi、Witten によるスカーム模型の再評価について述べられている。

第2章は、スカーム模型とその静的な解の説明にあてられている。スカーム模型のラグランジアンは、パイオン場の微分の2次の項である非線型シグマ模型項にパイオン場の微分の4次の項、スカーム項、を加えたものからなる。スカーム項の存在により、スカーム模型は、空間的に局在した静的ソリトン解、ヘッジホッグ解、を持つ。この静的ソリトン解は、トポロジカルな量子数を持ち、トポロジカルな量子数はバリオン数と同定されるので、バリオンと解釈される。

第3章では、Adkins、Nappi、Witten による集団座標量子化について述べている。ヘッジホッグ解は、実空間とアイソスピン空間における大域的回転対称性を破っていて、大域的回転の自由度を集団座標として量子化することにより、スピン・アイソスピンの固有状態を得る。しかし、この方法には、困難が存在することが知られている。すなわち、先に、変分によって静的なヘッジホッグ解を求めた後にスピン・アイソスピンの固有状態に射影するのではなくて、先に、スピン・アイソスピンの固有状態に射影した後に変分を行うと、遠心力の存在のために解が存在しなくなる。

第4章が、本論文の中心であり、従来の集団座標量子化の拡張について説明している。まず、第1節では、定式化について述べている。空間座標に依存する揺らぎを考え、その特定のモードを集団運動と見なして量子化を行う。注目するモードを特徴づける関数  $f(r)$  を導入し、ヘッジホッグ解が中心からの距離  $r$  に依存する角速度  $\omega(r) = \omega_0 f(r)$  で微小回転すると考える。角度変数に共役な正準運動量を定義し、その積分で与えられる全角運動量を集団運動量とする。量子化は、従来の集団座標量子化と全く同様に行うことができる。遠方で  $f(r)$  が十分

速く 0 に近づけば、ヘッジホッグ解は存在し、従来の集団座標量子化の不安定性の問題が解消することを指摘した。この点が、本論文の一つの成果であると認められる。次に、第2節では、ヘッジホッグ解の遠方でのふるまいを調べるために、軸性結合について議論している。第3節では、 $f(r)$ に対して具体的な形を仮定してその現象論的帰結について述べている。指数関数型及びフェルミ関数型の  $f(r)$ を仮定して、指数関数型ではヘッジホッグ解は安定に存在するが、核子の模型としてはあまり望ましい結果が得られないこと、フェルミ関数型では、ヘッジホッグ解が安定に存在することに加えて、従来の集団座標量子化の結果に比べて核子の物理量を全般的によりよく再現すること、特に、従来は実験値の 50%程度しか再現できなかった軸性電荷を実験値の 80%程度再現することを示している。この点が、本論文のもう一つの成果であると認められる。

第5章では、一般化された集団座標量子化についての問題点や将来の課題が議論されていて、第6章では本論文の内容がまとめられている。

本論文においては、従来のスカーム模型における集団座標量子化の自然な拡張が提案され、従来の集団座標量子化の困難であった、カイラル極限における遠心力によるヘッジホッグ解の不安定性の問題が解決される可能性があること、および、現象論的にも核子の模型として改善されることが示された。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。