

論文審査の結果の要旨

氏名 大谷 宗久

本論文は5章と補遺から構成されている。

第1章は序文にあてられていて、本研究に至る歴史的背景と動機が説明されている。

第2章では、以下の章での議論の準備として、カイラル対称性の自発的破れを記述する非線形場とヴェスズミノ作用を説明している。第1節では、カイラル対称性とカイラル対称性が自発的に破れた場合の非線形表現について、第2節では、スキルム模型について、第3節ではアノマリーとヴェスズミノ項について述べている。第4節ではネーターカレントについて、まずヴェスズミノ項が存在するときのネーターカレントの一般形を、次にバリオンカレントとアイソスピンカレントの具体形を示している。

第3章では、ゲージ場を導入しないスキルム模型におけるソリトンの変形について論じている。第1節では、古典的なソリトン解の安定性が非自明なトポロジーによることを、第2節では、スキルミオンの回転について、すなわち集団座標を導入して静的なソリトン解を回転させることによってソリトンのスピン及びアイソスピンを射影できること、またこの回転により回転エネルギーが生じることについて説明している。第3節では、スピン及びアイソスピンの射影後に変分を行うと、スキルミオンの回転によってソリトン解の漸近形が影響を受けることを示し、第4節では、漸近形の差を考慮に入れるためにヘッジホッグ解からのソリトンの楕円体型の変形を考察している。変形したソリトンを表す試行関数を決め、全エネルギーが低くなるように試行関数中のパラメータを決めるとオブレート変形する方がより安定な配位となると結論している。

第4章においては、スキルム模型にヴェスズミノ項を加えた作用をゲージ化することによってゲージ場を導入し、ゲージ場の効果を論じている。第1節では、磁場について考察している。ソリトンが存在する下で変分によって磁場の配位を決め、得られた配位はマイスナー効果との類推で説明できること、すなわち、ソリトンがゲージ場に対する質量の効果を与える凝縮の役割を果たすこ

とを示し、磁場はこの凝縮を避けて凝縮が作るトーラス状の構造に巻き付くように分布するという結果を得ている。しかし、磁場を変分で決めるだけではアイソスピンは正しい値にならないため、磁場に対して試行関数を決めアイソスピンの正しい値を持つように拘束をかけて変分すると、磁気能率や全エネルギーは実験値に比べて大きな値となってしまう。そこで、第2節では、磁場だけではなく、ゲージ場の時間成分 A^0 が一定値を持つ場合を考察している。変分によって導出される磁場に対する方程式とアイソスピンの拘束条件をともに満たすように自己無撞着にゲージ場の配位を決定した結果、磁場はゲージ場の時間成分を考えないときと同様に凝縮が作るトーラスを避けるように決まり、核子の時期能率や核子間の質量差も実験値と同程度の値が得られるという結果を得ている。このことより、ゲージ場の結合した系では、ゲージ場の時間成分と空間成分の両方を取り入れることがソリトンの電磁的性質を見る上で重要であると結論付けている。

第5章では、本論文の内容がまとめられている。

補遺では、ヴェスズミノ項の導出について説明している。

本論文において、新しい内容は、第3章第4節の楕円体型のソリトンの変形の考察の部分と第4章のスキルム模型にヴェスズミノ項を加えた作用をゲージ化した模型におけるソリトン解のまわりのゲージ場の効果の考察の部分である。前者については、これまでも、スピン及びアイソスピンの射影後に変分解を求めた論文はあるが、楕円体型の変形を考察したのは本論文が最初であり、オプレート変形する方がより安定な配意となる結論は物理的にもっともらしい。また、後者については、ソリトン解のまわりのゲージ場の効果を考察したのは、論文提出者が最初であり、マイスナー効果と類似な効果により磁場は凝縮が作るトーラス状の構造に巻き付くように分布するという面白い結果を得ている。これらの結果は、論文提出者が一人で得たものであり、博士論文として十分な内容であると評価できる。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。