

論文の内容の要旨

論文題目 Topological Soliton in the Gauged Wess-Zumino Action
(ゲージ化されたヴェスズミノ作用におけるソリトンについて)

氏名 大谷 宗久

バリオンをパイオンの非線型場からなるソリトンとして記述する考えは 1960 年代 Skyrme によって提唱された。後にこの考えは、量子異常から引き起こされる Wess-Zumino 項の存在下でバリオン数を計算することで正当化されることが明らかになった。これをきっかけにして、ソリトン模型を用いてバリオンの性質を調べる研究が多く行われるようになった。

様々なバリオンを区別するには、ソリトンのアイソスピンを考える必要がある。従来は、ソリトンの静的質量を変分して得られる配位を集団座標によって回転させ、この自由度を量子化することによりソリトンのアイソスピンを指定していた。しかし静的質量と回転エネルギーの和である全エネルギーをより低くするという観点からすると、変分する際に回転エネルギーを取りこむことがより望ましいと考えられる。回転エネルギーを取りこんで変分するとソリトンの遠方での振舞いに量子化軸の方向による違いが生ずることが知られている。

我々は、この漸近形に違いが生ずるという効果を取り入れるため、ソリトンの変形を考察した。変形したソリトンを表す試行関数を設定し、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ことが明らかになった。

この変形は、回転による遠心力の効果で引き起こされるものであると解釈できる。

また、ソリトンとゲージ場が結合した系についても考察した。ゲージ場を考慮することは、ソリトンを局所的に回転させることに対応しており、集団座標による回転量子化の取り扱いを包含していることになる。

まず、ソリトンの存在下、変分によって磁場の配位を決めた。得られた配位はマイスナー効果の類推で説明できることが明らかになった。これは、ソリトンがゲージ場に対する質量の効果をあらわす凝縮の役割

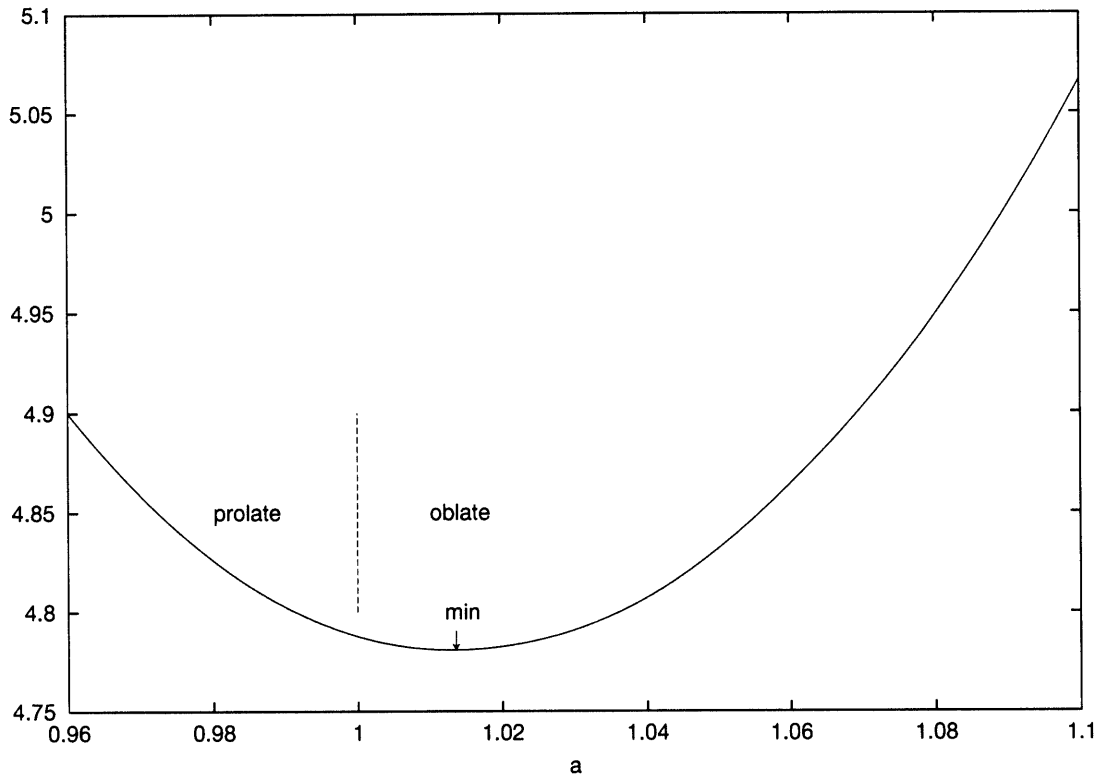


図 1: 変形に依存したソリトンのエネルギー

を果たし、磁場はこの凝縮を避けるようにその配位が決まるというものである。実際、磁場は凝縮が作るトーラス状の構造に巻きつくように分布するという結果が得られた。

しかし、磁場を変分で決めるだけでは、アイソスピンが然るべき値に設定されないため、このソリトンがどのような状態かを指定できないという問題がおこる。

そこで、次に我々は、磁場に対して試行関数を設定し、アイソスピンが適切な値を持つように拘束をかけて、試行関数中のパラメータを決定した。その結果、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ることがわかった。これはアイソスピンの拘束条件があるためゲージ場の大きさ自身が大きくなってしまふことに起因すると考えられる。

この磁気能率やエネルギーの食い違いを正すため、我々は A^0 が一定値をもつ場合について考察した。アイソスピンには A^0 と磁場の両方からの寄与があるので、変分によって導き出される磁場に対する方程式とアイソスピンからくる拘束条件がともに満たされるように自己無撞着的にゲージ場の配位を決定した。

その結果、磁場はやはり拘束がない場合と同じく凝縮がつくるトーラスを避けるように決まり、磁気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ことがわかった。

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者を同時に考えることがソリトンの電磁気性質を見る上で重要であるということが結論づけられる。

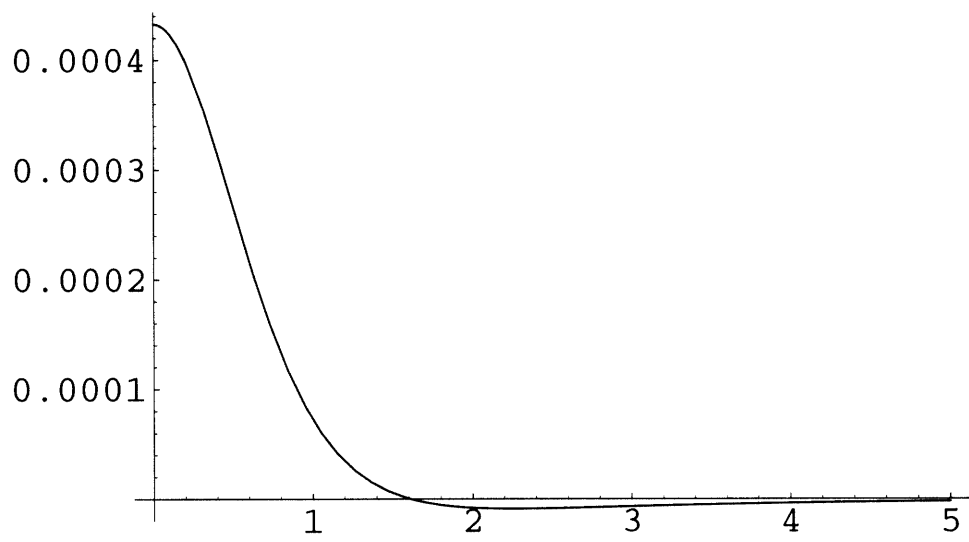


図 2: $z = 0$ 平面上の磁場