

学位申請論文公開講演会

日 時：2016年1月29日（金）、10:00～

申請者：何秉然

場 所：物理会議室（C207）

題 目：Effects of light scalar mesons in a soliton model for the nucleon

（核子に対するソリトン模型における軽いスカラー中間子の効果）

主論文の要旨

陽子・中性子等のハドロンと呼ばれる粒子は、基本粒子であるクォークから構成されている。クォークとクォーク間に働く力を媒介するグルーオンの力学は、基礎理論である量子色力学(Quantum Chromodynamics: QCD)により記述されている。我々の質量の大部分を担う核子(陽子・中性子)の質量の95%以上は、QCDの力学により生成されている。その質量生成機構の解明は、ハドロン物理学における重要課題となっている。

高温度・高密度では、ハドロンの質量等の性質が変化し、その解析から、質量生成機構に対して重要な知見が得られることが期待されている。しかし、強結合理論であるQCDの力学を直接に扱うのは困難であるため、ハドロンの自由度で記述され、低エネルギーハドロン現象で重要となるカイラル対称性に基づいて構成された様々な有効模型を用いた解析がなされている。中間子のみで記述された有効模型の運動方程式に存在するソリトン解として核子を記述するソリトン模型は、様々な解析に応用されている。近年、ソリトン模型を用いた高密度状態の解析において、新しい物質相の存在が指摘され、質量生成機構に対しても新たな知見が得られることが期待されている。しかし、これまでは定性的解析が多く、より定量的な解析の重要性が高まっている。

申請者は、パイ中間子とベクトル中間子をカイラル対称性に基づいて含む有効模型に、2クォーク型と4クォーク型の2種類のスカラー中間子を加えた模型を構成し、ソリトン解の持つエネルギーとそのサイズへのスカラー中間子の影響を解析した。具体的には、まず、4クォーク型スカラー中間子が含まれないようにパラメータを調整した模型での解析を行った。そして、2クォーク型スカラー中間子の質量が小さくなると、ソリトン解のエネルギーが小さくなると共に、そのサイズが大きくなることを示した。また、他の中間子有効模型では考慮されていなかったベクトル中間子とスカラー中間子の結合を新たに導入し、その効果を解析した。そして、結合定数が強くなるにつれて、ソリトン解のエネルギーとサイズが小さくなることを示した。

申請者は次に、4クォーク型スカラー中間子と2クォーク型スカラー中間子の混合効果を含めた解析を行った。そして、軽いスカラー中間子に含まれる2クォーク型成分が大きくなると、ソリトン解のエネルギーが小さくなり、サイズが大きくなることを示した。さらに、ベクトル中間子とスカラー中間子の結合を含めた解析も行い、結合定数が強くなると許される混合の割合が減り、結果として、ソリトン解のエネルギーが大きくなり、サイズが小さくなることを示した。

以上のように申請者は、パイ中間子とベクトル中間子に加えて2種類のスカラー中間子を含むことにより、ソリトン解のエネルギーが実験で測定されている核子の質量とサイズにより近い値になることを明らかにした。