

不安定状態の弱束縛関係式のレンジ補正による改良

都立大理

衣川友那, 兵藤哲雄

Range correction in the weak-binding relation for unstable states

Department of Physics, Tokyo Metropolitan University

T. Kinugawa and T. Hyodo

観測されるハドロンのほとんどは、クォークが3つまたはクォーク反クォーク対の状態であり、それ以外の内部構造を持つものはエキゾチックハドロンと呼ばれる。エキゾチックハドロンの内部構造については様々な議論がされているが、候補の1つとしてハドロン分子状態がある。ハドロン分子状態とは、ハドロンを構成要素とした複合状態を言う。

弱束縛関係式と呼ばれる手法を用いると、ある弱束縛のハドロンについて、その系がどのくらいハドロン分子的かを調べることができる。弱束縛関係式は、散乱長 a_0 と固有エネルギーに基づく長さスケール R を、複合状態の重みである複合性 X とモデル非依存に関連づける [1, 2]:

$$a_0 = R \left\{ \frac{2X}{1+X} + \mathcal{O}\left(\frac{R_{\text{typ}}}{R}\right) \right\}. \quad (1)$$

しかし、例えば有効レンジが大きい系などで弱束縛関係式 (1) が成り立たないことが分かった。そのような場合においても弱束縛関係式 (1) が成り立つよう、 R_{typ} を $R_{\text{typ}} = \max\{R_{\text{int}}, R_{\text{eff}}\}$, $R_{\text{eff}} = \max\{|r_e|, \dots\}$ と再定義することで、改良を提案する。ここで、 R_{int} は従来 R_{typ} と定義されていた相互作用の典型長さスケール、 r_e は有効レンジである。また、 R_{eff} は有効レンジ展開に現れる散乱長 a_0 以外の長さスケールのうち、最も大きいものとして定義される。

改良した弱束縛関係式の妥当性を、有限の相互作用距離を持つ有効レンジ模型 [3] を用いて評価する。数値計算によって、有効レンジと相互作用距離を変えながら、複合性 X の真の値が含まれる正確さの条件と、精度良く複合性 X を見積もることができる精密さの条件の2つを満たす領域を探す。その結果、誤差項を改良した弱束縛関係式の方が適用できる領域が広いことを示す。

また、不安定状態に対しての弱束縛関係式においても同様の改良を試みる。不安定状態を記述するために、結合定数を複素数にした有効レンジ模型に対して改良した弱束縛関係式を適用し、その妥当性を数値的に評価する。

参考文献

- [1] Y. Kamiya and T. Hyodo, Phys. Rev. C **93**, 035203 (2016).
- [2] Y. Kamiya and T. Hyodo, PTEP **2017**, 023D02 (2017).
- [3] E. Braaten, M. Kusunoki and D. Zhang, Annals Phys. **323**, 1770-1815 (2008).