

閾値近傍の p 波共鳴状態の複合性

理研仁科セ,^A 名大理

衣川 友那, 三宅 浩太郎^A, 安福 翔太^A, 岡 真

Compositeness of near-threshold p -wave resonances

RIKEN Nishina Center, ^ANagoya University

Tomona Kinugawa, Kotaro Miyake^A, Shota Ampuku^A, Makoto Oka

近年、通常のバリオンやメソンとは異なる内部構造をもつエキゾチックハドロンの内部構造に注目が集まっている。実験の進展により、 s 波で散乱の閾値に結合する状態に加えて、特に c クォークを含むハドロンの散乱の閾値に p 波で結合するエキゾチックハドロンの候補も報告されるようになってきた [1]。 s 波閾値近傍の状態はその性質がよく理解されている [2] 一方、 p 波に特有の性質や内部構造については十分に解明されていない。本研究では、状態の波動関数におけるハドロンの分子成分の重みとして定義される複合性という指標 [3] を用いて、 p 波閾値近傍に現れる束縛状態と共鳴状態の内部構造を解析する。

閾値近傍の固有状態を一般的に記述するために、自由な散乱状態と bare な離散状態が結合する相互作用を持つモデルを構築する。 p 波固有状態に特有の性質を明らかにするため、閾値近傍において普遍的性質がよく理解されている s 波束縛状態との比較を行いながら議論を進める。まず、bare 状態のエネルギーを固定した上で結合定数を変化させ、固有状態に対応する極（固有運動量）の変化を調べた。その結果、 s 波の場合には結合を弱めると束縛状態は閾値を超えて virtual 状態へ移行し、さらに共鳴状態へと変化する一方、 p 波の場合には、束縛状態は閾値を超えてから直接共鳴状態に変化することが確認できた。また、 s 波では共鳴状態が現れるのは有効レンジで決定されるスケールより閾値から離れた場所であるのに対し、 p 波では閾値のごく近傍に共鳴状態が現れることもわかった。

さらに、 s 波および p 波状態の複合性 X を計算した。 s 波の場合、閾値直上において複合性は必ず $X = 1$ となり、複合性の値はモデルパラメータに依存しない普遍的な値になることが知られている（低エネルギー普遍性） [2]。一方で p 波の場合、閾値直上であっても $X \neq 1$ となり、その値は bare 状態のエネルギーに依存することが分かった。具体的には、bare 状態が閾値近傍に位置する場合には非分子的（bare）成分の寄与が大きくなり、複合性は小さくなる。逆に、bare 状態が閾値から十分離れている場合には非分子的成分の寄与が抑えられ、複合性は大きくなる。この結果により、 p 波閾値近傍では bare 状態のエネルギーが複合性を支配し、低エネルギー普遍性が p 波では成り立たないことを具体的なモデルを用いて実演した。

参考文献

- [1] M. Ablikim *et al.* [BESIII], Phys. Rev. Lett. **133**, no.8, 081901 (2024).
- [2] T. Kinugawa and T. Hyodo, Phys. Rev. C **109**, no.4, 045205 (2024).
- [3] T. Kinugawa and T. Hyodo, Eur. Phys. J. A **61**, no.7, 154 (2025).