

D中間子崩壊過程を用いた軽いスカラー中間子の組成の探求

星野紘憲、原田正康

名古屋大学大学院理学研究科

ハドロン物理について…ハドロン現象のエネルギースケールは、原子核のエネルギースケールよりも大きいので、量子力学に加えて相対論を考慮しなければなりません。すると新たに、粒子と同じ質量、逆の内部量子数(電荷, 色荷など)をもつ粒子が現れます。これを反粒子と呼びます。ここで、素粒子であるクォークを q , クォークの反粒子を \bar{q} と書くことにしましょう。クォーク q や反クォーク \bar{q} は、(色荷による)強い相互作用によって束縛状態をなし、これをハドロンと呼びます。この(クォークの塊である)ハドロンの性質を調べたい訳です。しかし、クォークの強い相互作用を記述する理論¹を、摂動展開によって直接解析することはできません(相互作用が強いため)。したがってハドロン物理は、素粒子と原子核の境界領域として扱われ、モデル化(対称性から構成)や数値計算(格子 QCD)などの工夫が必要となります。

エキゾチックハドロンについて…これまでハドロンは2種類だけだと考えられていました。すなわち、湯川博士の発見した中間子などは $q\bar{q}$ で構成されており²、陽子や中性子などは qqq で構成されている³という考えです。確かに、“多く”のハドロンは、これらの描像でうまく説明できます⁴。しかし2003年に、これら“普通の”描像では説明されないハドロンが観測されました！これらは「エキゾチックハドロン⁵」と呼ばれ、 $qq\bar{q}\bar{q}$, $qqqq\bar{q}$ などで構成されていると考えられています。

本講演について⁶…本研究では、ハドロンの中で最も軽い中間子たち(特にスカラー中間子)に着目します。これらの中間子は $q\bar{q}$ と $qq\bar{q}\bar{q}$ の混合状態であることが示唆されていますが、混合の仕方に不定性があります。この不定性を取り除くために、ずっと重い中間子である D 中間子などの崩壊過程を利用します。この崩壊過程に現れる軽いスカラー中間子の振る舞いを、クォーク数が保存する対称性から構成した線形シグマモデルによって解析した結果についてお話しします。

参考文献

[1] Joseph Schechter, et.al, Phys. Rev. B 79, 074014 (2009).

[2] William A. Bardeen, et.al, Phys. Rev. D 68, 054024 (2003).

¹クォークの色荷による強い相互作用を記述する理論を「量子色力学」、「QCD」と呼びます。

² $q\bar{q}$: q と \bar{q} の束縛状態。これらを「中間子」または「メソン」と呼びます。

³ qqq : 3つの q の束縛状態。これらを「バリオン」と呼びます。

⁴エキゾチックハドロンが観測されるまでは、“全ての”と言っても疑う人は少なかったでしょう。

⁵ $qq\bar{q}\bar{q}$, $qqqq\bar{q}$: $q\bar{q}$, qqq に $q\bar{q}$ が加わった束縛状態。それぞれ「エキゾチック中間子」、「エキゾチックバリオン」と呼びます。

⁶講演は詳細には立ち入らず直感的な説明を心がけるつもりです。気になる方はご質問ください。