

4 クォークスカラー状態の $\pi\pi$ 散乱への影響

星野紘憲、原田正康、馬永亮¹

¹ 名古屋大学 クォーク・ハドロン理論研究室 (H研) D2

教科書でクォーク模型の説明を見ると、湯川博士が発見した π 中間子に代表される「中間子」は「2つのクォーク (正確にはクォークと反クォーク)」から構成されると書かれています。これは本当でしょうか？

クォークはカラーという量子数を持つため、強い相互作用を及ぼしあいます。この強い相互作用によってハドロンの質量が生成されたり、クォークの閉じ込めが起こります。ハドロン^{#1}はカラー^{#2}を持つクォーク達が集まって、全体として「白^{#3}」であるような状態です (電磁気で+と-の電荷が一緒になって0電荷に見える事に対応します)。

それでは例えば中間子を例にとって見た場合、2クォークの状態以外に白であるような状態が存在するのでしょうか？ … 答えはイエス! です。一般に4つ、6つ、8つ…のクォーク (正確にはクォークと反クォーク) でも「白」状態を作る事が可能です。

では実際にこのような状態 (エキゾチックな状態) が存在するのでしょうか? この疑問に対するヒントが2つの π 中間子の散乱から得られます。

本研究では有効ラグランジアンとして2, 4クォーク状態を含めた線形シグマ模型考えます。これは中間子の相互作用に微分を含まない模型です。この模型を用いて $\pi\pi$ 散乱を考えます。 $\pi\pi$ 散乱の中間状態として σ 中間子が現れるのですが、この σ を普通の中間子、つまり2クォーク状態であると考えると、 $\pi\pi$ 散乱をうまく説明できません。しかし、2クォーク状態に加えて4クォーク状態を考えることで、この実験は良く説明する事ができます。

^{#1} π 中間子や σ 中間子などの「中間子」および、陽子や中性子などの「バリオン」を総称して「ハドロン」と呼びます。

^{#2} クォークのカラーは光の三原色に対応して赤、緑、青と名付けられています。

^{#3} 例えば普通のバリオンの場合 (赤+緑+青) = 白や、普通の中間子 (赤+反赤) = 白です。反カラーとは反クォークのカラーを意味しており、光の色で例えるならば、反赤に対応する色は赤の補色である水色です。