

量子色力学が描く素粒子の世界

カード化したバリオンやメソンは、量子色力学 (QCD : Quantum Chromodynamics) で現れる粒子の一部にすぎない。

クォークの全種類、そしてu、d、s、3種類のクォークの組合せでできるバリオンとメソンがこれだ。

クォーク6種類と反クォーク6種類

第1世代 第2世代 第3世代

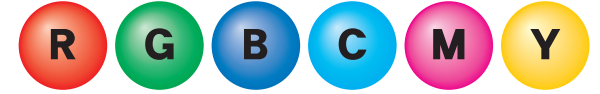
電荷Q $[\frac{2}{3}, -\frac{2}{3}]$

電荷Q $[-\frac{1}{3}, \frac{1}{3}]$

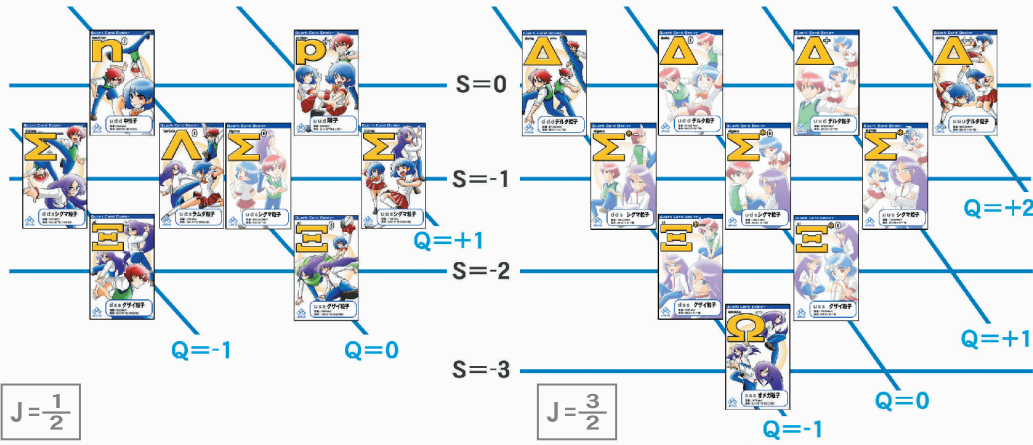
$J = \frac{1}{2}$

クォーク		反クォーク		質量 (MeV)
名前	電荷Q	名前	電荷Q	
アップ	$+\frac{2}{3}$	反アップ	$-\frac{2}{3}$	1.7~3.1
ダウン	$-\frac{1}{3}$	反ダウン	$+\frac{1}{3}$	4.1~5.7
チャーム	$+\frac{2}{3}$	反チャーム	$-\frac{2}{3}$	1290
ストレンジ	$-\frac{1}{3}$	反ストレンジ	$+\frac{1}{3}$	100
トップ	$+\frac{2}{3}$	反トップ	$-\frac{2}{3}$	172900
ボトム	$-\frac{1}{3}$	反ボトム	$+\frac{1}{3}$	4190

クォークにはR (赤)、G (緑)、B (青) という「色荷」をもった3種類がある。反クォークにはC (シアン)、M (マゼンタ)、Y (イエロー) という3種類がある。



バリオン8+10種類 uクォーク、dクォーク、sクォーク、3種類の組合せ

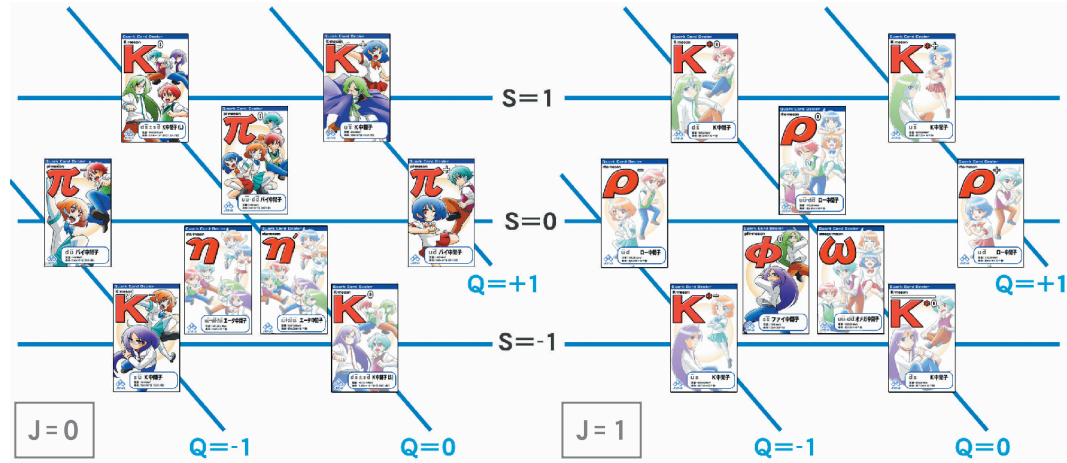


名前	記号	クォーク組合せ	質量 (MeV)	寿命 (s)	全角運動量J	電荷Q	ストレンジネス
中性子	n	udd	939.6	880.1	$\frac{1}{2}$	0	0
陽子	p	uud	938.3	2.1×10 ²³ 年より長い	$\frac{1}{2}$	+1	0
ラムダ粒子	Λ	uds	1116	2.63×10 ⁻¹⁰	$\frac{1}{2}$	0	-1
シグマ粒子	Σ ⁻	dds	1197	1.48×10 ⁻¹⁰	$\frac{1}{2}$	-1	-1
シグマ粒子	Σ ⁰	uds	1193	7.4×10 ⁻²⁰	$\frac{1}{2}$	0	-1
シグマ粒子	Σ ⁺	uus	1189	8.02×10 ⁻¹¹	$\frac{1}{2}$	+1	-1
グザイ粒子	Ξ ⁻	dss	1322	1.64×10 ⁻¹⁰	$\frac{1}{2}$	-1	-2
グザイ粒子	Ξ ⁰	uss	1315	2.90×10 ⁻¹⁰	$\frac{1}{2}$	0	-2

名前	記号	クォーク組合せ	質量 (MeV)	寿命 (s)	全角運動量J	電荷Q	ストレンジネス
デルタ粒子	Δ ⁻	ddd	1232	5.57×10 ⁻²²	$\frac{3}{2}$	-1	0
デルタ粒子	Δ ⁰	udd	1232	5.57×10 ⁻²²	$\frac{3}{2}$	0	0
デルタ粒子	Δ ⁺	uud	1232	5.57×10 ⁻²²	$\frac{3}{2}$	+1	0
デルタ粒子	Δ ⁺⁺	uuu	1232	5.57×10 ⁻²²	$\frac{3}{2}$	+2	0
シグマ粒子	Σ ^{*-}	dds	1387	1.67×10 ⁻²³	$\frac{3}{2}$	-1	-1
シグマ粒子	Σ ^{*0}	uds	1384	1.8×10 ⁻²³	$\frac{3}{2}$	0	-1
シグマ粒子	Σ ^{*+}	uus	1383	1.84×10 ⁻²³	$\frac{3}{2}$	+1	-1
グザイ粒子	Ξ ^{*-}	dss	1535	6.6×10 ⁻²³	$\frac{3}{2}$	-1	-2
グザイ粒子	Ξ ^{*0}	uss	1532	7.2×10 ⁻²³	$\frac{3}{2}$	0	-2
オメガ粒子	Ω ⁻	sss	1672	8.21×10 ⁻¹⁰	$\frac{3}{2}$	-1	-3

全角運動量J : 軌道角運動量とスピン角運動量を足したものを、イメージとしては惑星の公転と自転に近い。
ストレンジネス: 素粒子の崩壊にかかわる性質。sクォークの数で決まるが、sクォーク1個を含むバリオンのストレンジネスは慣習的に符号が逆の-1とする。

メソン9+9種類 u、d、s、 \bar{u} 、 \bar{d} 、 \bar{s} 、6種類の組合せ



名前	記号	クォーク組合せ	質量 (MeV)	寿命 (s)	全角運動量J	電荷Q	ストレンジネス
パイ中間子	π ⁻	d \bar{u}	139.6	2.60×10 ⁻⁸	0	-1	0
パイ中間子	π ⁰	u \bar{u} -d \bar{d}	135.0	8.52×10 ⁻¹⁷	0	0	0
パイ中間子	π ⁺	u \bar{d}	139.6	2.60×10 ⁻⁸	0	+1	0
エータ中間子	η	u \bar{u} +d \bar{d} -2s \bar{s}	547.9	5.02×10 ⁻¹⁹	0	0	0
エータ中間子	η'	u \bar{u} +d \bar{d} +s \bar{s}	957.8	3.32×10 ⁻²¹	0	0	0
K中間子	K ⁻	s \bar{u}	493.7	1.24×10 ⁻⁸	0	-1	-1
K中間子	K ⁰ (S)	d \bar{s} +s \bar{d}	497.6	8.95×10 ⁻¹¹	0	0	-
K中間子	K ⁰ (L)	d \bar{s} -s \bar{d}	497.6	5.12×10 ⁻⁸	0	0	-
K中間子	K ⁺	u \bar{s}	493.7	1.24×10 ⁻⁸	0	+1	1

名前	記号	クォーク組合せ	質量 (MeV)	寿命 (s)	全角運動量J	電荷Q	ストレンジネス
ロー中間子	ρ ⁻	d \bar{u}	775.3	4.41×10 ⁻²⁴	1	-1	0
ロー中間子	ρ ⁰	u \bar{u} -d \bar{d}	775.3	4.41×10 ⁻²⁴	1	0	0
ロー中間子	ρ ⁺	u \bar{d}	775.3	4.41×10 ⁻²⁴	1	+1	0
オメガ中間子	ω	u \bar{u} +d \bar{d}	782.7	7.75×10 ⁻²³	1	0	0
ファイ中間子	φ	s \bar{s}	1019	1.55×10 ⁻²²	1	0	0
K中間子	K ^{*-}	s \bar{u}	891.7	7.35×10 ⁻²⁰	1	-1	-1
K中間子	K ^{*0}	s \bar{d}	895.8	7.35×10 ⁻²⁰	1	0	-1
K中間子	K ^{*+}	d \bar{s}	895.8	7.35×10 ⁻²⁰	1	0	1
K中間子	K ^{*+}	u \bar{s}	891.7	7.35×10 ⁻²⁰	1	+1	1

他にも、反クォークだけからなる「反バリオン」、クォーク同士をくっつける8種類の「グルーオン」が存在する。