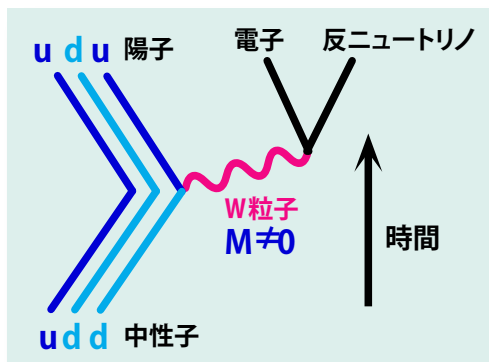


3番目の力：弱い力



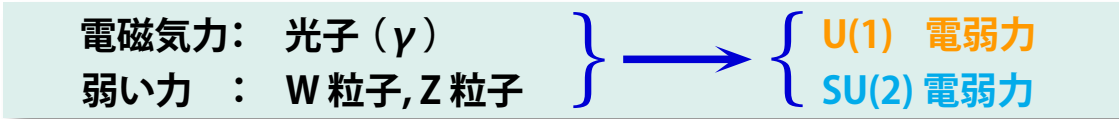
原子核のベータ崩壊等の原因となる（粒子の種類を変えることのできる）力

弱い力 = W、Z粒子の交換

弱い力を媒介する力の粒子、W、Zは大きな質量を持っている。そのため、力の本質的な強さを表わす結合定数は電磁気力と同程度であるが、力が届く距離が非常に短く、力の見かけの強さは弱い。従って、日常世界で感じることはない。

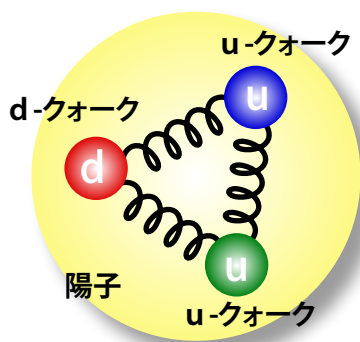
電磁気力と弱い力の統一

W、Z粒子は、もともと光子と同様に質量を持たないゲージ粒子であるが、真空中のヒッグス場との相互作用により質量を持ったと考えられ（質量の起源のページ参照）、現在では電弱力としてまとめられている。



U(1) および SU(2) 電弱力はそれぞれ弱電荷 (Y) および弱アイソスピン (I) に比例する

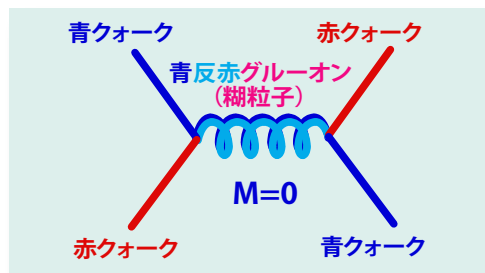
4番目の力：強い力



クォークを結びつけ陽子や中性子等の核子を作り、またそれら核子から原子核を作る力

強い力は色荷 (カラー: Q_c) に比例する

クォークの色荷には赤、青、緑の三原色 (本当の色ではない) がある



強い力 = グルーオンの交換

強い力を媒介する力の粒子グルーオンは質量を持たない。しかし、グルーオン自体がカラーを持ちグルーオンをお手玉するので、力は距離が離れても弱まらず、核子 (陽子、中性子) の大きさ程度以上の距離になると全体として白色の状態しか安定に存在できない (カラーの閉じ込め)。従って、強い力の到達距離は、グルーオンが質量を持たないにもかかわらず短く、日常感じることはない。



基本的な力の粒子



現在では力の粒子は本来は質量がゼロのゲージ粒子だと考えられている。しかし W、Z 粒子は陽子の 100 倍近い大きな質量を持っている。これはなぜなのだろうか？