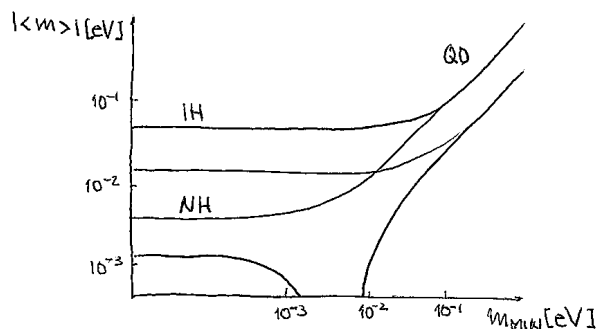




ニュートリノのマヨラナの性質と $(\beta\beta)_{0\nu}$ 崩壊

セルゲイ T. ペトコフ SISSA (国際高等研究大学院大学*) 教授、IPMU客員上級科学的研究員
*イタリア、トリエステ

ディラック粒子には、電子やクォークのように粒子と反粒子の区別があるが、マヨラナ粒子は自分自身が反粒子である。マヨラナ粒子であり得るのは、電気的に中性なフェルミオン（ニュートリノやニュートラリーノなど）だけであり、質量をもつニュートリノは、ディラック粒子かマヨラナフェルミオンのいずれかである。ニュートリノの質量が小さいことは、マヨラナ粒子としての性質に関係している可能性がある。レプトン数 L が2変わるような、例えば $\mu^- + (A, Z) \rightarrow e^+ + (A, Z-2)$ のような過程が存在すればマヨラナ粒子としての性質をもつことがはっきりするが、ニュートリノについてこれを明らかにするには、ニュートリノを出さない二重ベータ崩壊 $((\beta\beta)_{0\nu})$ 過程 $(A, Z) \rightarrow (A, Z+2) + e^- + e^-$ の探索が唯一実行可能な実験である。ここで $(A, Z) = {}^{48}\text{Ca}, {}^{76}\text{Ge}, {}^{82}\text{Se}, {}^{100}\text{Mo}, {}^{118}\text{Cd}, {}^{130}\text{Te}, {}^{136}\text{Xe}, {}^{150}\text{Nd}$ である。 $((\beta\beta)_{0\nu})$ 崩壊の探索は、日本国内および世界の多くの研究所で行われている。 $((\beta\beta)_{0\nu})$ 崩壊の確率は、有効マヨラナ質量 $\langle m \rangle$ を通じてニュートリノ混合のパラメーターに依存している ($\langle m \rangle$ が小さければ崩壊確率も小さい)。図は、3世代のニュートリノ混合を仮定して $|\langle m \rangle|$ を一番軽いニュートリノの質量 m_{\min} の関数として表しており、3世代のニュートリノの質量パターンが順階層的 (NH)、逆階層的 (IH)、あるいは縮退的 (QD) である領域がそれぞれ示されている。



$$|\langle m \rangle| = |m_1 |U_{e1}|^2 + m_2 |U_{e2}|^2 e^{i\alpha_{21}} + m_3 |U_{e3}|^2 e^{i\alpha_{31}}|$$

m_i - Majorana neutrino mass, (マヨラナニュートリノ質量)

U_{ei} - neutrino mixing matrix element, (ニュートリノ混合行列要素)

α_{21}, α_{31} - Majorana CP violating phases. (CPを破るマヨラナ位相)