

演習課題 M01 : ミュオンによるマイクロな磁性測定と高温超伝導

担当教員 : KEK 物質構造科学研究所 小嶋 健児、岡部 博孝、中村 惇平

磁石の中を拡大して見てゆくと、最後は原子1個1個の大きさの棒磁石「磁気モーメント」に到達します。「磁石」と呼んでいるもの(強磁性体)は、このマイクロな棒磁石の向きがそろって、マクロに磁場を発生させているのです(図1)。ミュオンという素粒子を使って物質中のマイクロな磁場を測る方法の一つが、ミュオンスピン回転法です。

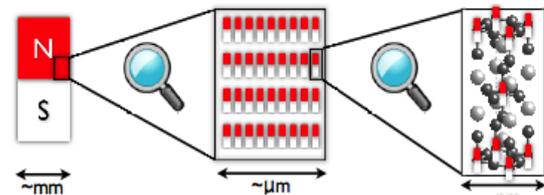


図1 磁石の拡大

“弱い相互作用”のパリティの破れ

ニュートリノのスピンの向きが1種類しかない(図2a 青矢印: 弱い相互作用のパリティの破れ)、スピンゼロのパイオンが崩壊して生成したミュオンの磁気モーメントの向きは、角運動量の保存によって、生まれながらにしてそろっています。(図2a: 赤矢印) しかもミュオンが崩壊して(陽)電子を放出するとき、ミュオンの磁気モーメントの方向に出やすい性質があります(図2b)。従って、物質中に打ち込んだミュオンが崩壊して出て来た(陽)電子の分布を測ると、物質中のマイクロな磁場の様子が分かります。これがミュオンスピン回転法です。



図2(a) ミュオンの磁気モーメント

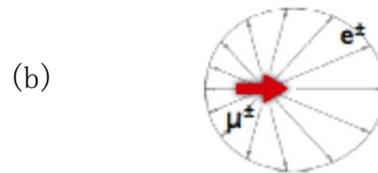


図2(b) 崩壊(陽)電子放出角分布

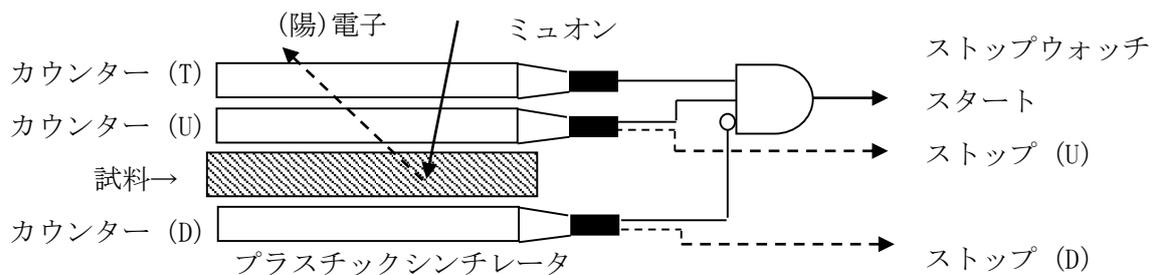


図3 実験装置の概念

宇宙線ミュオンと演習のテーマ

図3に示す「ミニチュア版ミュオンスピン回転装置」を組み上げて、宇宙線ミュオンの寿命や磁場によるスピン回転を測定します。3つのカウンターが「(T=鳴った) & (U=鳴った) & (D=鳴らない)」という条件で「試料」に止まったミュオンを捕まえ、ストップウォッチのスタートボタンを押します。ついで、数マイクロ秒以内にカウンター(U)か(D)が鳴ったらストップウォッチのストップボタンを押します。このスタートからストップまでの時間分布をコンピュータで記録すると、試料に止まったミュオンの寿命を観測することが出来ます。また、秋のビーム演習で測定する高温超伝導試料($YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$)の作成と品質チェック(X線回折・帯磁率測定など)もやります。