

演習課題 11：時間反転対称性の破れの探索 ～ フェルミオン電気双極子能率

素粒子のレベルでは物質の運動は時間の流れを逆にしても変わらないという法則があります。これは**時間反転対称性**と呼ばれています。この時間反転の破れを正確に測ることによって、まだ見つかっていない未知の相互作用を調べることができます。もちろん、時間をひっくり返すことはできないので、実際には別の方法を使います。

今の物理学では

$$\text{時間反転 (T)} \times \text{荷電反転 (C)} \times \text{空間反転 (P)} = 1$$

という法則が成り立っていると考えられています。ですので、**C**と**P**を同時にひっくり返すことで**T**の反転をしているのと同じ操作をしていることとなります。もし、これが大きなレベルで破れるのがわかれば、超対称性などの未知の相互作用があることとなります。

偏極した原子核に**永久電気双極子**があるとすると、**C**×**P**反転に対して1ではない値を持ち、時間反転対称性を破っていることとなります。この課題ではこの**永久電気双極子**を探すことが目的です。実験は磁場中に偏極した希ガスを設置し、その歳差運動周波数を観測することで行います。電気双極子能率があると電場に対して歳差周波数の変化として観測できる筈です。

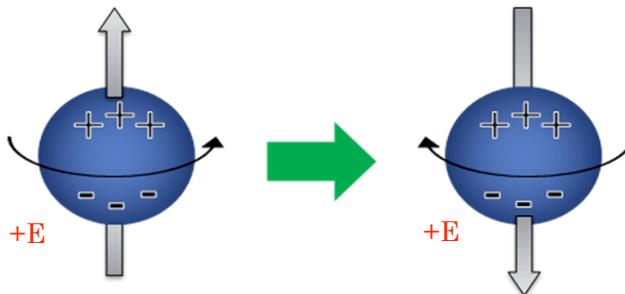


図1. 電気双極子があれば時間反転対称性が破れていることになる。

実習項目

1. 核磁気共鳴(NMR)装置を作ってみましょう。

作るものはヘルムホルツコイル、RFコイル、ピックアップコイルの3つです。実験に必要な性能を考えて、各コイルを設計し、実際にコイルを作ってみましょう。

2. NMR信号を見てみましょう。

作成したコイルを3次的に配置し、実際に動かしてみましょう。完成したら水（陽子）などのNMR信号を見てみましょう。

3. 時間反転対称性の検証実験

偏極した希ガスをNMRに設置し、信号を見てみましょう。電場の極性を変えて測れば時間反転対称性の検証ができます。あとはがんばって、できるだけ精度を上げてみましょう！

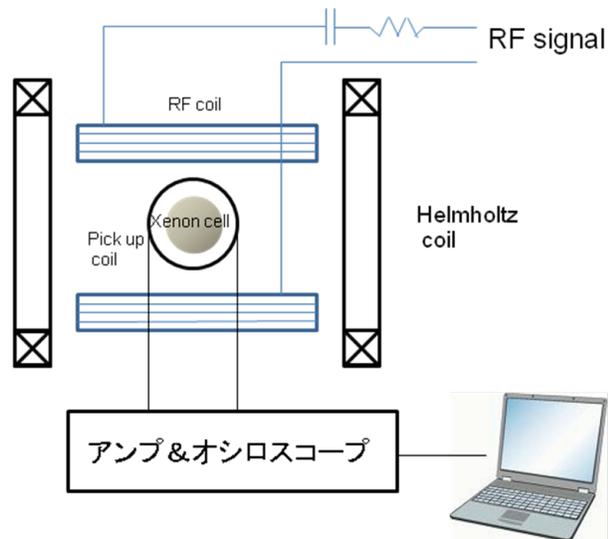


図2. 実験配置図

