

4. NMR イメージング法

下尾由美

NMR (nuclear magnetic resonance ; 核磁気共鳴) イメージングは磁気共鳴画像診断装置 (magnetic resonance imager ; MRI) の原理をなすものである。この装置は現在、細胞中に存在する水の、主にプロトンの核磁気共鳴の信号をとらえている。そして共鳴から得られる情報の空間分布を画像に構成することにより、癌細胞の発見などに役立てられている。本論文では磁場の揺らぎが NMR 画像に及ぼす影響を調べることを目的とした。

微小な磁化それぞれの位置を磁気共鳴で得られる信号の中に取り込むためには、サンプル全体に印加する静磁場に線形磁場勾配を加える方法が使われている。磁場の強度を位置ごとに変えることにより、核スピンのラーモア周波数に位置の情報を含ませることが可能となる。この結果、緩和を全く考えないときの共鳴信号強度は核スピンの空間分布をフーリエ変換したものとなり、時間の関数である。つまり、信号をフーリエ逆変換すると磁化の空間分布を得ることができる。

一例として 2次元フーリエ変換法では、磁化の 2次元空間分布 $f(x, y)$ のフーリエ変換を $F(X, Y)$ とすると信号は

$$F\left(\frac{\gamma G_x x t_x}{2\pi}, \frac{\gamma G_y y t_y}{2\pi}\right) \quad (1)$$

に比例する。ここで γ は磁気回転比、 G_x 、 G_y はそれぞれ x 、 y 方向の磁場勾配の大きさ、 t_x 、 t_y はそれらを印加する時間である。

しかし、実際のスピン系では、環境からの揺らぎとしてランダムな磁場がかかることにより、緩和現象が見られる。本論文で扱った模型によれば観測で得られる信号は、(1) と次の (2) 式

$$\exp\left(-\alpha^2\left(-\frac{t}{t_c} - 1 + \exp\left(-\frac{t}{t_c}\right)\right)\right) \quad (2)$$

との積になる。(2)はパラメータ α が小さい極限ではブロッホの式に従う緩和となる。

通常MRIでは横緩和の効果は無視できるように工夫してプロトン密度分布像及び T_1 像を得ている。また、 T_2 像の場合は横緩和の効果が強く現れるように工夫がされている。

本論文では、(2)式の緩和がかかったときの分布の復元図の信頼性について考察し、緩和の効果を取り除いて、元の分布になるべく忠実な復元図を得ようと試みた。この結果、 α の小さいときは、信号を指数関数的に減衰するとして解析することでかなり忠実な分布が復元できた。しかし、 α が大きく横緩和時間を定義できない場合は、同じ解析法を用いても緩和の効果を完全に修整することはできない。したがって揺らぎの遅いときについては(2)式を考慮した新たな解析法が必要となるだろう。

5. TDR法によるDNA水和水の誘電緩和の研究

天羽優子

全ての生物にとって、水は必要不可欠である。水無しでは、生体分子はその高次構造を維持できず、活性も失ってしまう。

DNAの機能発現にも水は本質的な役割を担っているということが最近明らかになってきた。DNAの二重らせんの周囲には多量の水が存在し、DNAとの相互作用の結果、自由水とは異なった状態になっている。この水は、DNAの二重らせんを安定化させる働きをしている。水の量を変えることで、A型DNAからB型DNAへのコンホメーション転移を引き起こすことができる。DNAの濃度が50w/w%以下では、DNAはB型をとっている。

B型DNAゲル中には、3種類の異なった水が存在している。DNA近くに強く束縛された第1水和水、その外側をとりまく第2水和水、DNAの影響を受けていない自由水が混在している。DNAの濃度が50w/w%以上では、DNAはA型となり、このときは第1水和水のみが存在する。

誘電緩和の測定は、水和水の動的構造を明らかにするための非常に有力な手段である。水分子はダイポールモーメントを持っており、