

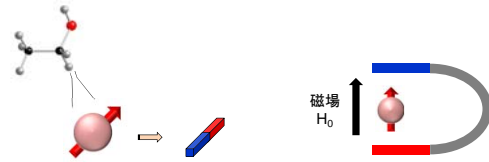
# 核磁気共鳴分光 (I)

## 1. 磁気共鳴概要

(分子科学研究所) 飯島隆広

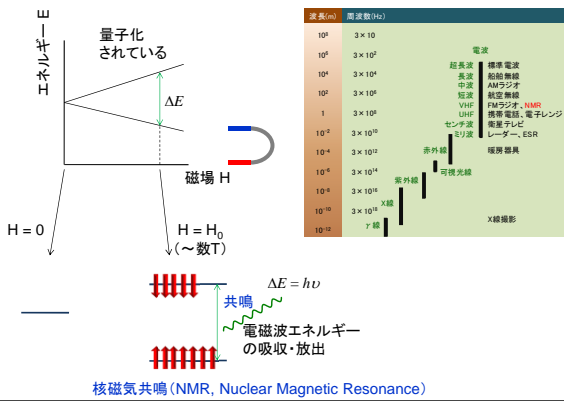
### 核の磁性

原子核が磁気モーメントを持つことを使い、磁石と電磁波を用いて分子を調べる分光法が核磁気共鳴(NMR, Nuclear Magnetic Resonance) 分光法です。

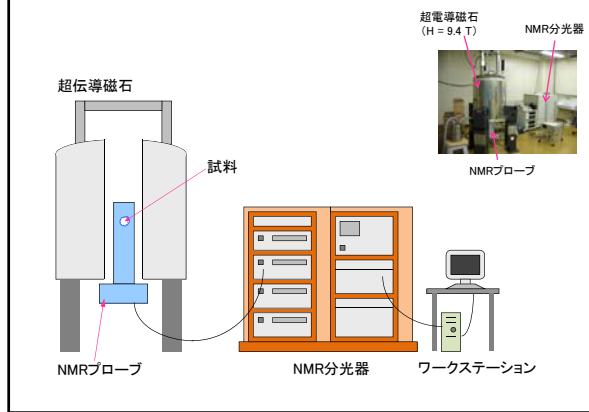


原子核の多くはスピンの基づく磁気モーメントを持っており、磁石と相互作用する。

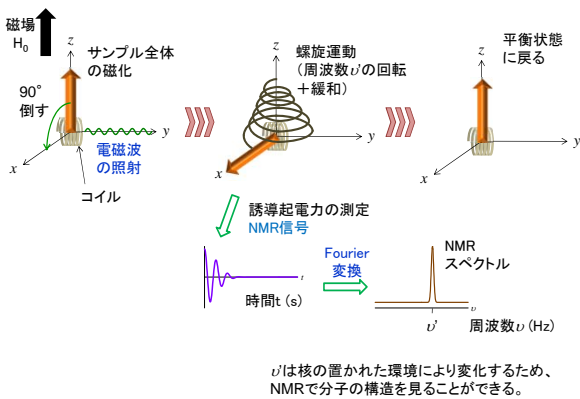
### 核磁気共鳴の原理



### NMRの装置



### NMRの測定



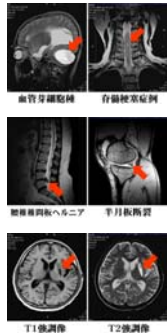
### 磁気共鳴の種類

- NMR**
  - 核磁気共鳴 (Nuclear Magnetic Resonance)
  - 外部磁場あり
  - 核スピンを利用
  - 物理、化学、情報等の分野で用いられる
- MRI**
  - 磁気共鳴イメージング (Magnetic Resonance Imaging)
  - 外部磁場あり
  - 核スピンを利用
  - 医療、顕微鏡等の分野で用いられる
- NQR**
  - 核四極共鳴 (Nuclear Quadrupole Resonance)
  - 外部磁場なし
  - 核スピンを利用
  - 物理、化学等の分野で用いられる
- ESR**
  - 電子スピン共鳴 (Electron Spin Resonance)
  - 外部磁場あり
  - 電子スピンを利用
  - 物理、化学等の分野で用いられる

## 磁気共鳴の活躍の場: 医療



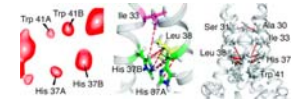
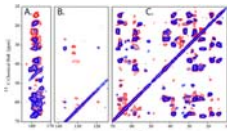
MRIの装置と画像診断の例 (日立メディコ社).



T1強調像 T2強調像

MRI (Magnetic Resonance Imaging)は、磁気共鳴を画像解析に応用したもので、病院等で用いられています。磁場の勾配を作ることにより、3次元空間を認識します。

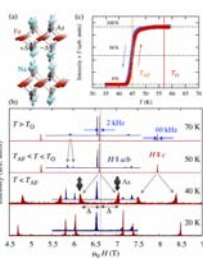
## 磁気共鳴の活躍の場: 化学



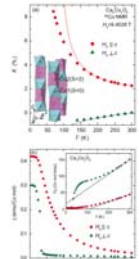
NMR装置 (JEOL社)と分子構造解析の研究例 (JACS 134, 9022 (2012)).

化学の分野では、主に分子の構造解析にNMR・ESR・NQRが用いられており、これらの装置は多くの大学等の研究機関に設置されています。

## 磁気共鳴の活躍の場: 物理



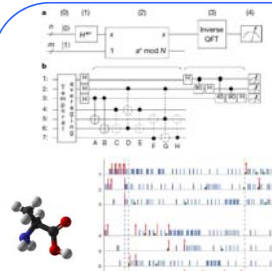
反強磁性の不整合構造の研究例 (JPSJ 80, 033705 (2011)).



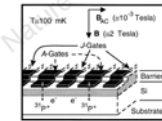
スピンプラステーションの研究例 (PRB 82, 094430 (2010)).

物理の分野では、主に物質の電子の構造を調べるためにNMR・ESR・NQRが用いられています。

## 磁気共鳴の活躍の場: 情報



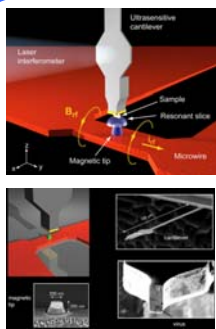
7qubitのNMR量子計算 (Nature 414, 883 (2001)).



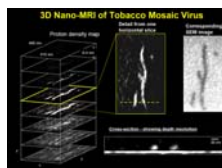
多qubit型のNMR量子計算機のモデル (Nature 393, 133 (1998)).

次世代の計算機として量子計算機が注目されています。これに磁気共鳴を利用するものが提案されており、実用に向けた研究が進められています。

## 磁気共鳴の活躍の場: 顕微鏡



磁気共鳴顕微鏡のプロブの概要と測定例 (IBM社).



磁気共鳴とAFM (Atomic Force Microscope)の技術を組み合わせたナノスケールのMRIです。

## 磁気共鳴の活躍の場: 探知機



NQRの技術を取り入れた地雷探知機 (米ONR).

NQRは外部磁場が必要ないため、フィールド活動にも応用されています。