

# 5 有機物が磁性体になる？

「有機物が磁石に吸い付く」なんてことは、絶対にありえない現象だ——と長い間、思われてきました。しかし、1950年代から旧ソビエトで磁性を持つ有機物の開発研究が始まり、1970年代に入ると、「磁石をお家芸」とする日本の研究者も積極的に参入し、理論的な裏付けも与えました。それ以来、有機物の磁性体（有機磁性体）の研究は日本のリードの下で進展し、1990年代にはとうとう有機磁性体が誕生するに至ったのです。

## そもそも「磁性」とは何か？

磁石に感応する性質を一般に**磁性**といいます。磁性を持つ物を磁性体、磁性を持たないものを非磁性体というのです。有機物は本来、非磁性体です。

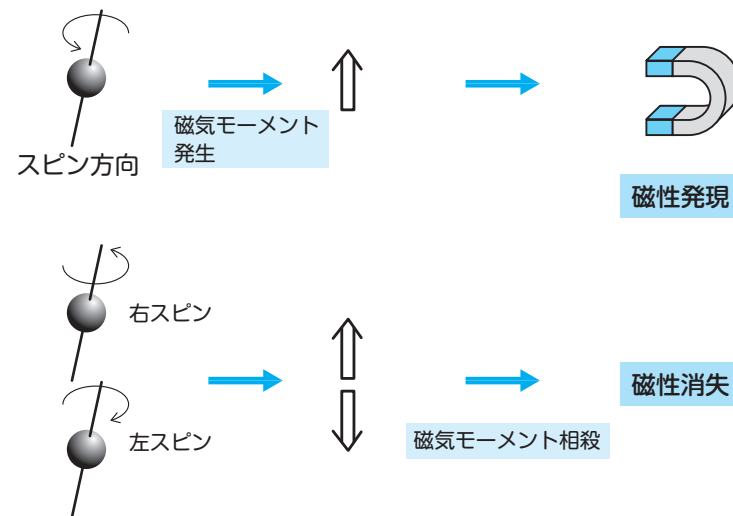
### ●磁気モーメントを持たない有機物

磁性体の特徴は**磁気モーメント** $M$ を持っていることです。一般に電荷を持った粒子が自転（スピン）すると、磁気モーメント $M$ が発生します。磁気モーメントには「方向」があり、自転方向が反転すると磁気モーメントも逆方向になります。

ところで電子は電荷を持った粒子であり、しかも自転（スピン）しています。当然、磁気モーメントが発生します。しかし、もし2個の電子が互いにスピンを反対にして電子対をつくったらどうなるでしょ

うか。当然ながら、電子に基づく磁気モーメントは方向が反対になり、相殺して「0」になります。

有機物が磁性を持たないのは、上記の理由によります。すなわち有機化合物は共有結合でできていますが、共有結合というのは「互いにスピンを逆にする2個の結合電子対からできている」のです。これでは磁気モーメントは生まれません。



■ 図8-5-1 スピンの向きが逆になると磁気モーメントは相殺される

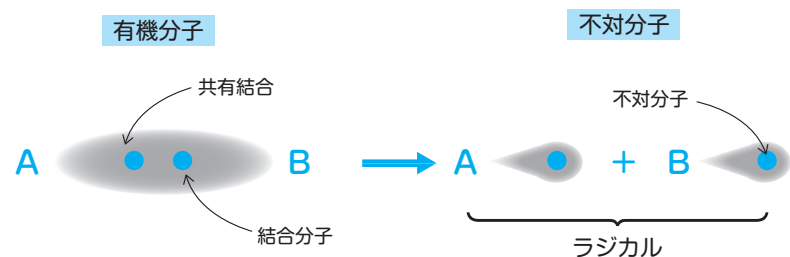
### ●不対電子をどう持たせるかがカギ

ということは、有機物に**対（ペア）**をつくらない電子、すなわち**不対電子**を持たせることができれば磁気モーメントが現れ、磁性が出現することになります。そのためには、

- ①電子対から片方の電子を取り去るか
  - ②外部から1個の電子を与えるか
- という二つに一つを選択です。

このようにしてできた分子（種）が**ラジカル**と呼ばれるものですが、ラジカルは激しい反応性を持ち、不安定で、取り出すことはもちろん、保管するなど考えられません。

結局、有機磁性体の合成とは、このように不安定なラジカルにどのようにして安定性を与えるか、という問題に帰結するのです。しかし、問題はこれだけではありませんでした。



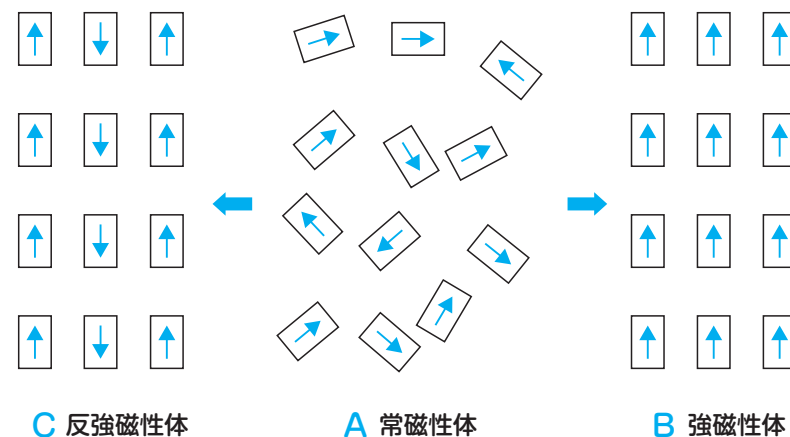
■ 図8-5-2 ペア（対）をつくらない不對分子をつくる

## 磁性体になるには何が必要か

物質の持つ磁性は、物質をつくる分子の集合体全体の磁性の和です。各分子の持つ磁気モーメントがどういう関係になるかも重要な問題になります。

図8-5-3に分子の持つ磁気モーメントの方向の集合具合を示しました。Aでは方向はランダムになっています。このようなものを**常磁性体**といいます。Bではすべての方向が揃っています。これを**強磁性体**といいます（強磁性を示す無機元素は鉄、コバルト、ニッケル）。それに対し、Cでは互いに反対方向を向いています。このようなものを**反強磁性体**といいます。

有機磁性体をつくるには、B「強磁性体」のように「向きを揃え



■ 図8-5-3 強磁性の材料のみが磁石になれる

る」ことが重要です。すなわち、

- ① 1個の分子に磁気モーメントを持たせるだけでなく、
  - ② 結晶を構成する全分子の磁気モーメントの方向を揃える
- という二つの要素を満足させることが必要なのです。

このうち①は分子設計に関わるものであり、いわば伝統的な化学手法でなんとかかなりそうな問題です。それに対して②は結晶構造を制御するというものであり、**結晶化学**という新しい研究領域となります。この分野は日本人化学者の努力もあり、最近20年間で大きく進展しています。

## 「電子相関」のクリアーで有機磁性体を！

有機磁性体をつくるには、上の①、②をクリアーすればよいことはわかりましたが、実現するのは困難を極めます。それは、電子には2