

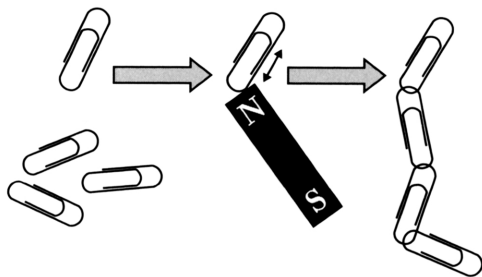
第3章

まぐねの国のふしぎに迫る

よその国、たとえば半導体の国からまぐねの国に来て戸惑うのは、「磁性体は初期状態では磁気を帯びておらず、いったん強い磁界を受けると、磁気を帯びた状態になること」、さらに、「逆向きの磁気を帯びさせるには保磁力以上の逆向き磁界を加えなければいけない」ことです。これらの現象は、磁性体特有のマクロな街にのみ成り立つ掟なので、第2章のようなミクロの街の掟では説明できないのです。この章では、このようなまぐねの国のふしぎに迫ります。

3.1 磁性体はなぜ初期状態で磁気を帯びていないか—— 磁区と磁壁

買ってきたばかりの鉄のクリップは、ほかのクリップをくっつけて持ち上げることができません。けれども、磁石をもってきて鉄クリップをこすると、クリップは磁気を帯び、磁石のようにほかのクリップをくっつけることができる



(a) 買ってきたばかりのクリップはほかのクリップを引きつけない

(b) 磁石でこすったクリップはほかのクリップを引きつけるようになる

図3.1 鉄のクリップを磁石でこすると磁気を帯びる

ようになります。どうしてこんなことができるのでしょうか。

3.1.1 磁性体を偏光顕微鏡で見ると

クリップの鉄を偏光顕微鏡で拡大して見ると、磁気カー効果によって図 3.2 に模式的に示すように磁石の向きが異なるたくさんの領域に分かれていることがわかります。図の場合は4つの方向を向いているので、磁気モーメントのベクトル和はゼロになり、全体として磁化を打ち消しています。

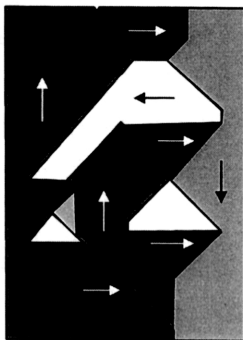


図 3.2 磁化前の磁性体の磁区構造の模式図

クリップを磁石でこすり磁界を加えると、磁界の方向を向いた磁気領域が大きくなり、磁界を取り去っても完全にはもとに戻らないため、クリップは磁石のように磁気を帯びます。こうなると別のクリップを引きつけることができます。

磁気モーメントが同じ方向を向いている領域のことを磁区と呼びます。初期状態（磁石で擦る前）のクリップが磁気を帯びていなかった理由は、磁性体が磁区に分かれていることで説明されました。

Q 磁区に分かれていることは誰が考えついたのですか？ また、実際にはど

3.1 うやって確かめたのですか？

A 磁区概念は、有名なワイスが1907年にその論文で指摘したのが最初

3.1 だとされています。磁区が発見されたのは40年も後の1947年のことで

す。ウィリアムスが磁性微粒子を懸濁したコロイドを磁性体に塗布し、顕微鏡で観察することによって、磁区の存在を確かめました。

Q なぜ磁区に分かれるのですか？

3.2

A 磁区の理論は、固体物理学の教科書で有名なキッテルが1949年に打ち立てました。物質が磁化をもつと磁極間に反磁界が働くので磁化が不安定になりますが、磁区に分かれると反磁界の効果が少なくなるのです。反磁界のことは3.1.2項で説明します。

3.1.2 磁性体の磁束線と磁力線——反磁界の起源

磁性体が磁区に分かれることを説明するには、磁性体の中をつらぬく反磁界のことを考えなければなりません。

第1章のQ 1.7で、磁化 M をもつ磁性体に外部磁界 H を加えた場合、磁性体中の磁束密度は $B = \mu_0 H + M$ となることを指摘しました。

外部磁界のない場合 ($H = 0$) を考えると、磁性体の内部では $B = M$ となります。

磁性体の中の原子磁石は図3.3のようにきちんと方位を揃えて配列していて、磁化 M をもつと考えます。

磁性体の内部の原子磁石に注目すると、1つの原子磁石のN極はとなりの磁性体のS極と接していますから、内部の磁極はうち消し合い、磁性体の端っこ

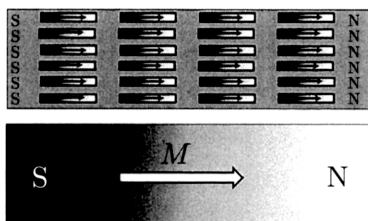


図3.3 磁性体の内部には多数の原子磁石があるが、隣り合う原子磁石の磁極は互いに打ち消しあい両端に磁極が生じる