

Q 45. 日本では、磁石の北は西向き下向き

ニュージーランドのフィヨルドランドを旅したときに、現地で買った磁石についてお尋ねします。現地ではちゃんと使えたのですが、大事に日本に持ち帰って使ってみると、針の N 極側がべったりと底を這い、S 側は浮き上がってしまいました（図 45-1）。壊れたのでしょうか？

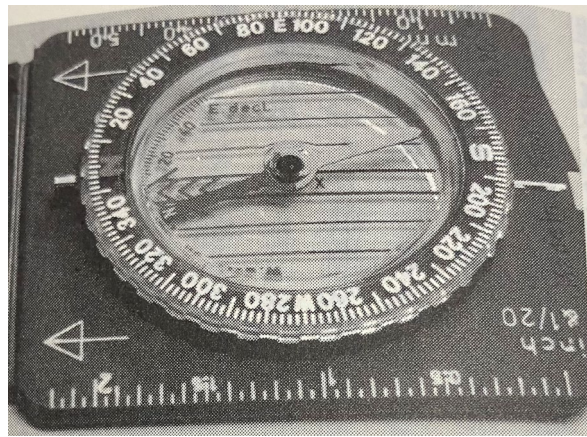


図 45-1 ニュージーランドで買った方位磁石を日本で使うと、N 極（左側）が沈み、S 極（右）が浮き上がる

A45. 水平に置いたときに磁針が傾く磁石では、たしかに使うのに不便で困りますね。でも N 極側と S 極側のバランスがきちんととれていたら、磁針は水平にはならないのがほんとうです。また、東京付近では磁石の指す北（磁北）は、真北から西におよそ 6 度ずれています。このずれの角度のことを地磁気（地球のつくる磁場の力）の「偏角」といい、日本国内でも稚内では 10 度ほどになるなど、場所によって少しずつ異なっています。これらの性質を説明するために、ここでは地磁気と重力をくらべながら、それらの共通点や違いを考えてみたいと思います。

重力も地磁気も、その原因のほとんどは地球の内部にあります。重力は地球上どこでも下向きなのに、地磁気はなぜ北向きなのでしょう。重力は「正の質量」をもった地球本体が及ぼす万有引力です。磁気の場合は重力と事情が異なり、正と負（N と S）の磁気を帯びたものが独立して存在することはありません。それらは必ずペアで存在し、そのペアを「双極子」といいます。棒磁石も N 極と S 極がペアになった双極子です。

磁石を半分に切っても、双極子が二つできるだけで、N 極と S 極だけの磁石は作れません。地球の磁場は、地球の自転軸に沿って北を S 極に南を N 極にする棒磁石を、地球の中心に置いたときにできる磁場とほぼ同じです（図 45-2）。その結果、S 極から出て輪を描いて N 極へいく力がはたらきます。

一般に磁石は北を向くといいますが、その力が水平なのは赤道（正確には磁気赤道）だけです。おおむね、北半球では磁場には下向き、南半球では上向きの成分が加わります。この水平から下向きに計った角度を「伏角」といいます。

磁針の N 極側と S 極側とを同じ重さでバランスをとると、南半球のニュージー

ーランドでは、N 極側が浮き上がってしまうはずですが。これでは使うときに不便なので、N 極側をわざと重くして、針が水平を保つように工夫しているのです。一方北半球の日本では、磁場には下向き成分があるので、磁針 N 極は下がって S 極が浮かびあがろうとするはずですが。使う方位磁石が水平を保つためには、この下向きの力を打ち消すように、針の S 極側を重くしなければなりません。そこへ、N 極側を重くしたニュージーランドの磁石をもってくれば、磁針のバランスはとれるどころか、ますます崩れることになってしまいますね。ですから、ご質問の磁石は壊れているわけではありません。また、ニュージーランドに持っていけば使えるはずですが。

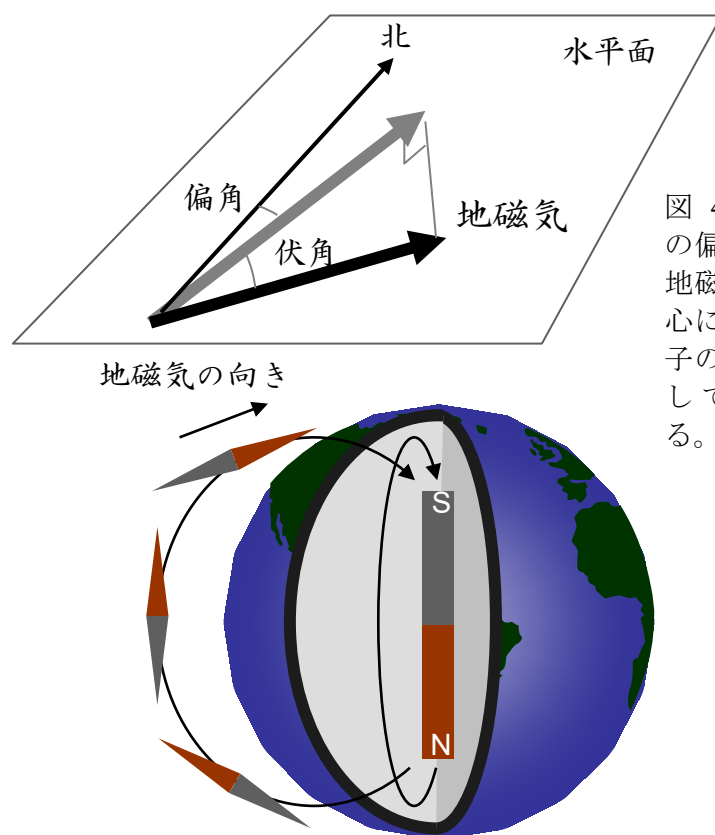


図 45-2 地磁気の偏角と伏角。地磁気は地球中心に置いた双極子の作る磁場として近似される。

地磁気の大部分はこういった双極子によるものですが、実際にはぴったり南北に向いているわけではなく、地磁気の北極（双極子の方向が地表と交わる点）は自転の北極からややずれています。さらに、双極子で表わしきれない、複雑な「非双極子」磁場も重なっています。そのせいで、地球上の場所によって、磁場が北向きから西や東へ数度（場所によっては数十度も）ずれるのです。重力も真下を向く主成分のほかに、質量分布の不均一のせいで、わずかに弱くなったり強くなったり（Q&A12 「重力異常」）方向がずれたり（Q&A36 「鉛直線偏差」）しますね。それと同じことが、地磁気の世界でも成り立つわけです。

大きな地震の直後や火山噴火のときでもない限り、重力や地球の形は、ごくわずかずつゆっくりとしか変わりません。一方、気象や海洋の状態は、それらにくらべるとずっと大きく、かつ、速い変動を示します。地磁気の変わり方は

中くらいになります。お天気のように、数時間や1日という尺度で目まぐるしく変わるわけではありませんが、重力や地殻変動に比べると、結構激しく変化します。たとえば西に6度という現在の偏角は、江戸時代とは違ってきています。

伊能忠敬が磁石の助けも借りて日本を測量した約200年前は、日本付近の偏角はほぼ0でした。それ以前の偏角は東に振れていたのです。このような時間変化を「地磁気永年変化」と呼びます。また、重力がひっくり返って上向きになることはありませんが、地磁気の大極子はN極とS極が入れ替わることがあります。すると磁石の針は、今度は南を指すというわけです。このような地磁気の反転は、地球の歴史のなかで、10万年—100万年に1度くらいの割合で起こってきました。反転をはじめてそれが完了するには、100年—1万年くらいかかるようです。

永年変化するのは方向だけではなく、地磁気の強さも変化します。ここ200年の間の特徴として、地磁気が10%も弱くなってきています。このままいくと、あと2000年ほどでなくなってしまいそうな勢いです。現在の地磁気強度の減少は、あらたな地磁気反転のはじまりだと考える人もいます。専門家の見解は、「いまの状態が地磁気反転のはじまりであることは否定できないものの、過去にこの程度の状態からもとの強さに立ち直った例もあるので、確定的なことは言えない」、ということだそうです。

地磁気がこのように激しい変化を示すのは、地球内部で地磁気をつくりだしているのがマントルのような固体部分ではなく、金属でできた地球の中心核の外側の溶けた部分（外核）だからです。外核のなかの対流と電流、および地磁気本体が複雑に作用し合って、磁気大極子が自律的に維持されることを、「地球のダイナモ作用」と呼びます。ダイナモ作用は地球特有のものではなく、比較的大きな金属核をもつ水星や木星にも固有の磁場がありますし、月にもはるか昔の一時期、ダイナモがはたらいていた痕跡があります。

流体核を持つ天体にダイナモ作用がはたらくためには、天体が自転していること（対流にともなう渦が自転軸の向きに整列する）、つぎに中心が熱くて外が冷たいという構造になっている（流体核で熱対流が生じる）ことが必要です。固有の重力を持たない星はありませんが、以上の条件がそろわない天体には、固有の磁場はないのです。

もうひとつ、重力と地磁気には、大きな違いがあります。過去の重力の様子を知るのには簡単ではありませんが、大昔の地磁気の方法や強さは、比較的簡単に知ることができます。それは、岩石の中の微小な磁石（磁鉄鉱などの磁性鉱物）が冷えて固まるとき（火成岩の場合）や水の中で堆積するとき（堆積岩の場合）に、まわりの地磁気の方法に磁化するため、その岩石が生まれたときの磁場を記録するからです。地磁気は「化石」として残るのです。 (H)