

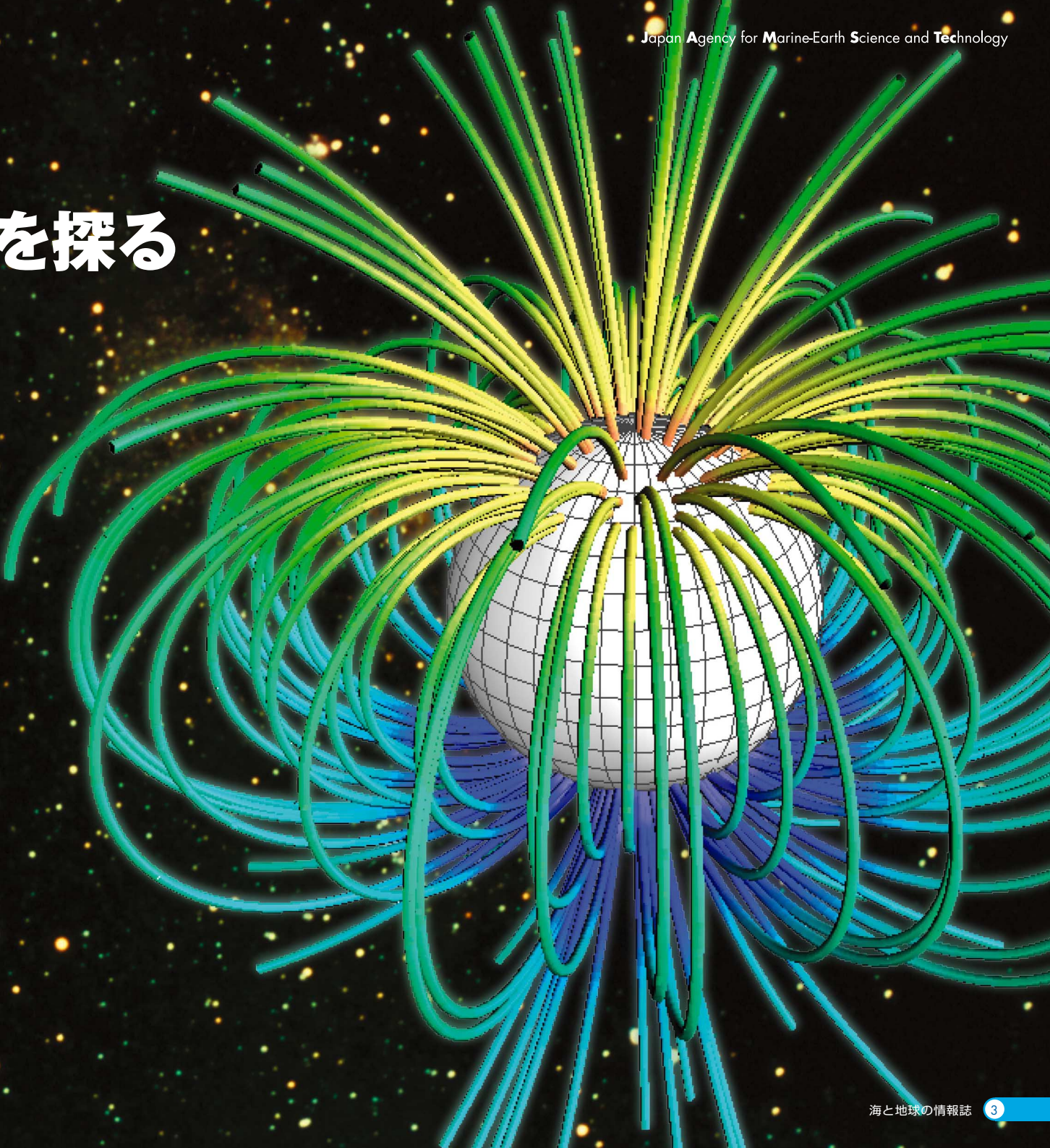
地球は巨大な磁石 地球磁場の不思議を探る

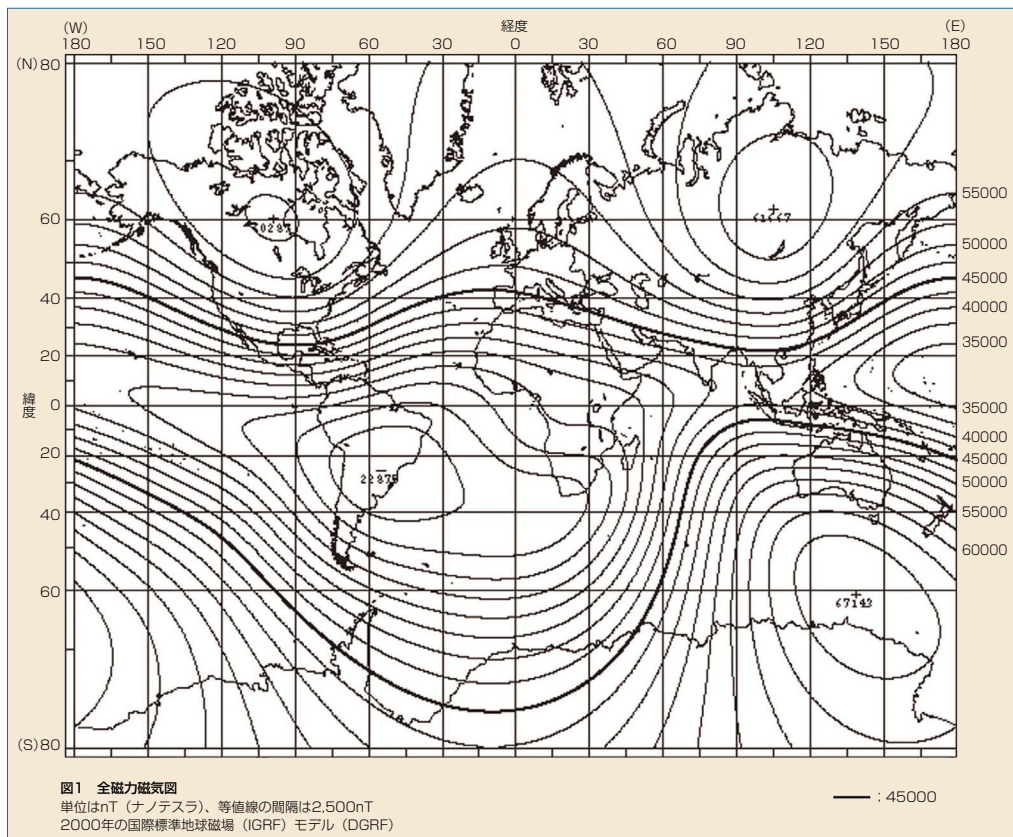
私たちの周りには、目に見えない様々な力が存在している。たとえば、重力もそのひとつ。地球の引力と地球の自転による遠心力との合力として説明される重力は、直接目には見ることができない。だが、体重計で測る体重のように重量として、その存在を知ることができる。重力と同じように、見たり、感じたりすることはできないが、地球に暮らす私たちのまわりに確かに存在し、物理的な作用を及ぼしているのが地磁気だ。棒磁石の周囲に砂鉄をまいて棒磁石がつくる磁場を見る実験があるが、地球全体にも独自の磁場が存在し、その地球磁場（地磁気）のなかで、私たちは暮らしている。目に見えない地球磁場の存在を実感できるのが、方位を知るために用いられる磁気コンパス（方位磁石）だ。磁石の指北性は古くから知られており、11～12世紀ごろには、中国で磁気コンパスが実用されていたことが記録に残っている。だが、磁気コンパスが北を指す理由の解明については、16世紀末まで待たなければならなかった。大航海時代、磁気コンパスの磁針は、南北を指すだけでなく、水平面に対してある角度を保ち、その角度が場所（緯度）によって異なることが知られていた。英国の科学者（医師）ウィリアム・ギルバートは、こうした地磁気の特徴が、球形の磁石の磁場に見られる磁力線とよく似ていることを発見。このことから、「地球は巨大な磁石である」と結論づけた。

その後、今日までの調査・研究によって、地磁気に関する詳細なデータが得られ、また、地球磁場がどのようにして生まれるのかといったことについても、徐々に明らかにされようとしている。さらに、岩石や海底堆積物などに残された磁気を詳しく解析することにより、過去の様々な地球変動を解明しようとする研究も進められている。

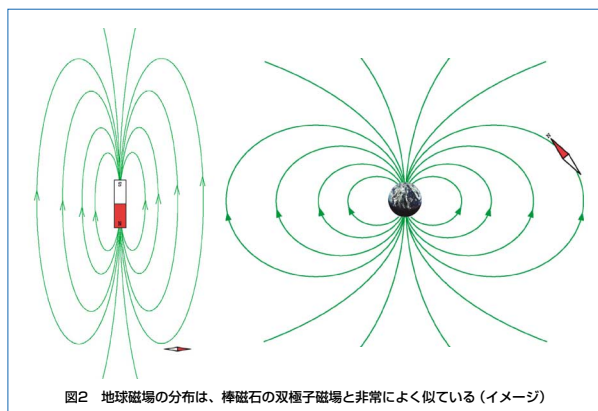
今回は、こうした地磁気に関する研究の最前線を紹介する。

コンピュータ・シミュレーションによる地球磁場モデル。地球の外側に広がる磁力線の形状から、棒磁石と同様の双極子磁場が形成されていることがわかる（Kageyama and Sato）



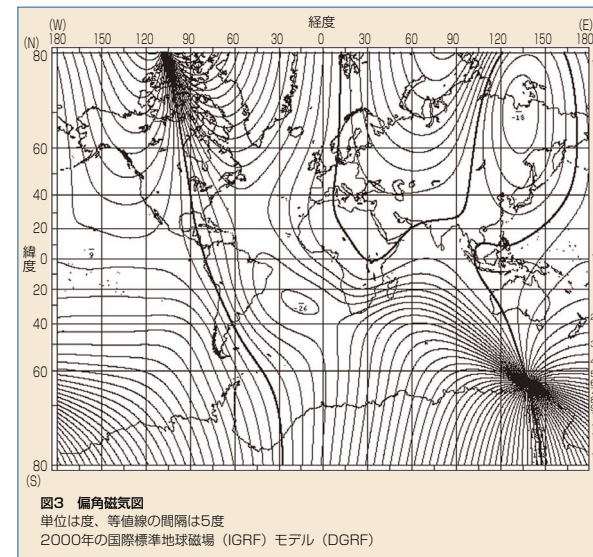


地磁気とはどのようなものなのか



地球は、地磁気と呼ばれる磁場を持つ巨大な磁石であり、それは北をS極、南をN極に向けた棒磁石 (磁気双極子) がつくり出す磁場分布と非常によく似ている (図2)。そのため、一般に地球磁場は、NとSのふたつの極を持つ双極子磁場として表される。そして、最もよく近似するいわば “仮想的地球棒磁石” の双極子の軸は、現在、地球の自転軸からおおよそ11度傾いている。この双極子の軸と地表が交わる南北2点は地磁気極と呼ばれる。

なぜ地球に磁場が存在するのだろうか。地球を構成する物質が磁化している、つまり、地球内部に永久磁石があるとい

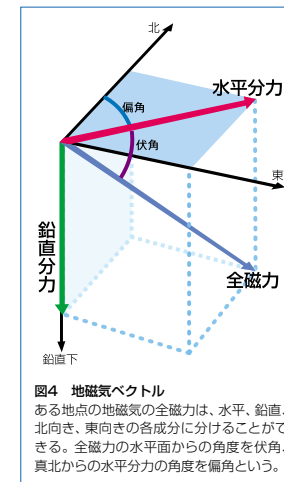


う考えは、最もシンプルな仮説だ。だが、物質 (磁性体) の磁気は高温になると減少し、やがて消失してしまう。たとえば、よく知られる造岩鉱物のひとつマグネタイト (鉄の酸化物である磁鉄鉱) は、600℃付近で磁気を失う。こうしたことから、中心部で6,000℃といわれる高温の地球内部に永久磁石があるとは考えにくい。現在、可能性が高いとされているのは、地球内部に電磁石と同様の仕組みが存在するという考え方だ。ダイナモ理論と呼ばれるこの考え方については、次の記事で詳しく紹介する。

実際の地球磁場は、厳密には図1、3の磁気図 (地球磁場の分布を地図上に描いたもの) に見られるように、単純な双極子磁場ではなく、複雑な磁場が含まれている。また、その分布も不変ではなく、地磁気の方や強さは常に変化している。ごくわずかな変動は、地球の自転や太陽活動の影響などによってもたらされるが、さらに、10~1000年といった長い時間スケールのゆっくりとした変化も存在する (永年変化)。これは地球内部で

おきている磁場生成のメカニズムと大きく関連している。そして、数十万年、数百万年というスケールで見ると、極性の逆転、つまりN極とS極が入れ替わってしまうといった現象もおきていることが分かっている。

地球磁場の分布や変化を理解するためにつくられているのが磁気図だ。ある場所での地磁気は、強さとその方向を指定する立体空間のベクトル (軸は地理上の南北方向、東西方向、そして鉛直重力方向) で表される (図4)。そのため、磁気図も各要素 (成分) ごとにつくられている。図3は、地磁気の水平成分の真北からのずれの角度を示す偏角の磁気図。この図を見ると、等しい偏角を持つ点を結んだ等偏角線が、北半球、南半球で、それぞれひとつの点に集まっている。ここでは、全磁力が水平面となす角度である伏角が90度で、水平成分がゼロになっている。この点が磁極 (伏角が+90度になる点が磁北極、-90度が磁南極) だ。磁極は、先に紹介した仮想的な地磁気極とも、地理的な極とも一致していない。つまり、



地球上には3種類の極があるわけだ。

図1の全磁力磁気図を見ると、東京付近の磁場の強さ (結束密度) はおよそ45,000ナノテスラを示す (ナノは10のマイナス9乗。テスラは結束密度を表す単位で、1ミリテスラ=10ガウス) ことが読み取れる。私たちの身のまわりにある磁石、たとえば、肩こりをほぐす磁気治療器 (貼付けタイプ) に使われている永久磁石の強さは、8,000ナノテスラ以上であり、私たちのまわりに存在する地磁気がいかに微小であるかが分かる。