

最新科学情報ポッドキャスト番組
ヴォイニッチの科学書



2012年4月28日
Chapter-390
磁気感覚

<http://www.febe.jp/>

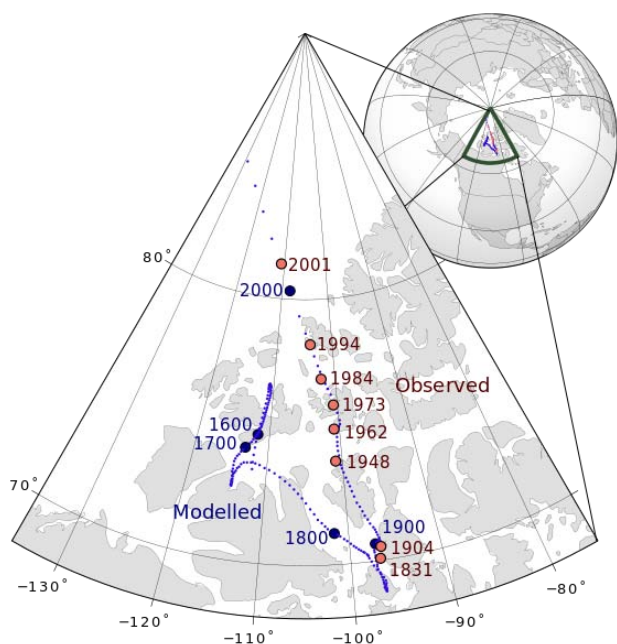
配信資料

<http://obio.c-studio.net/science/>

デュースブルク・エッセン大学（ドイツ）の研究者が、牛が放牧されている様子の写った写真をグーグルアースからダウンロードし、それを使って自由に牧草地に放たれた牛がどちらを向いているのかという調査を6ヶ月かけて行いました。その結果、この研究者は世界中の牛が特定の方向を向いていることに気づきました。その特定の方向とは北、それも太陽の位置から容易に類推できる真北ではなく、地磁気の北極、つまり磁北極でした。磁北極は地図上の北極とは大きく異なり、現在はカナダ北部に位置しています。（下図は磁北極の移動の様子）

上空の高圧送電線は地磁気をかき消してしまいますが、そのような場所では牛は磁北極を向いて整列することはなかったため、牛は何らかの方法で地磁気を感じ取って自分の身体の向きをそれに沿わせているものと考えられました。

現在では、伝書鳩が長距離を迷わず移動できるのには地磁気センサーが関わっているらしいことが分かっていますし、伊勢エビ、ミツバチ、ウミガメなど数十種類の生物においても磁気を感じ取っているらしいことが分かっていますので、牛が地磁気を感じ取ると言ってもそれほど驚かれることはないかもしれません。けれど、18世紀には動物が磁気を感じ取ることができるという説は偽科学の代表とされていました。ところが、これらの生物が磁気を感じ取る仕組みについては、いくつかの推定されるメカニズムが提案されているものの、真実はまったくわかっていません。



動物が磁気感覚を持つことを最初に示した実験は1960年代半ばに行われました。ドイツのフランクフルト大学の研究者が、秋になると南へ渡る習性のあるヨーロッパコマドリのカゴに磁気コイルを取り付けると、本来は何の目印もなくともカゴの中で南へ飛ぼうとするコマドリが方向感覚を失って誤った方角へ飛び立とうとすることを確認しました。これは磁場がコマドリの方位決定に何ら

かの役割を果たしていることを示した実験結果でした。この実験結果を発表した当時は誰も動物が磁気を感じるということを信じませんでした。1970年代初頭にはコマドリが磁北の地理的な方角だけではなく、水平面に対する地磁気の傾き、つまり伏角も感じ取っていることなどが分かり、コマドリはこれを使って時局までの距離も把握しているらしいことなど、動物の磁気感覚に関する新たな発見がなされました。



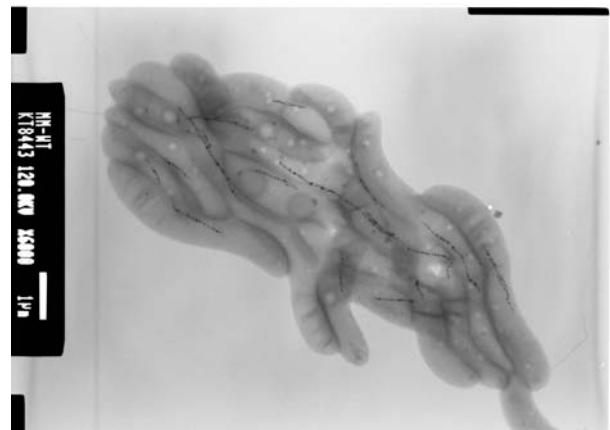
1

さらに驚いたことにウミガメは地磁気 GPS を搭載した生物らしいことも分かっています。地球の磁場は地面の奥深くに存在する磁性鉱物によって、地磁気の向きと強さに局所的な異常が生じます。ウミガメはそうした異常を記した地図を頭の中に持っていて、その地図と自分が感じ取る磁気とを照らし合わせて現在地と目的地の相対的な位置関係を把握している可能性も示唆されています。つまり、磁場の方向、伏角、そして強さまで感じ取っている可能性があるのです。

想像していたよりも多くの生物が磁気感覚を持ち、それらの多くが想像以上に高性能であることも分かってきましたが、生物の磁気センサーの解明に関する研究は困難を極めています。そのよう

な中で磁気センサーが最初に解明された生物は磁性細菌です。

1970年代の研究で磁性細菌が強い磁気を帯びた酸化鉄、つまり磁鉄鉱の微粒子が連なった複数の糸を細胞の中に持っていて、この糸が磁場に沿って並び細菌を正しい方向に向けていることが分かりました。緯度の高い地域にいる磁性細菌はこの磁気感覚を使って上下方向を知り、生育しやすい海底の泥に向かって泳いでいることも分かっています。



磁性細菌の磁気センサーが解明されたことをきっかけにして、動物の体内にも磁鉄鉱の微粒子を含み磁気センサーとして機能する細胞があるのではないかと、探索が活発化しました。2000年代初めにはフランクフルト大学の研究者らが最先端の画像技術を使ってハトの上くちばしの皮膚細胞の中に磁鉄鉱の微粒子が並んだ構造体を発見しました。ただし、ハトの磁鉄鉱微粒子の大きさは磁性細菌のそれに比べてきわめて小さいナノメートルスケールのため、細胞の中ではランダムな運動の影響が大きく磁性細菌のように効果的には機能しない可能性もあります。

その後の研究でニジマスの鼻にある磁気センサーの仕組みが分かってきました。ニジマスの鼻に

¹ Taken at Yehliu, Taipei County, Taiwan.

ある磁気を感じ取る細胞の細胞膜ではイオンが細胞の外から中に流入するチャンネルをふさぐように磁鉄鉱のかたまりが細胞膜の内側に立っています。磁鉄鉱のかたまりが北を向いているときは細胞膜のチャンネルの形と磁鉄鉱の形がぴったりと一致するためチャンネルを磁鉄鉱がふさいでイオンが通り抜けることはできませんが、細胞の向きが北からずれると磁鉄鉱だけが北向きに角度を変えるため、チャンネルと磁鉄鉱の間に隙間ができてそこを通過して細胞の外から内側へイオンが流入します。これによって生じる膜電離が情報として脳に伝えられニジマスは自分がどちらの方角を向いているのかを知るのだと考えられています。

一方で、従来の常識だった磁鉄鉱を使った磁気センサーではなく、光によって目の中で起きる反応で方角を知っているという説もあります。この説では網膜にある「クリプトクロム」というタンパク質が磁気感覚に重要な役割をしていると考えます。網膜細胞のクリプトクロムに光子が衝突するとクリプトクロム中に安定に存在していた電子のペアの軌道が電子の衝突によって乱され、その電子が安定な状態に戻るか、あるいは電子はクリプトクロムから運び出されるかがクリプトクロムと地磁気の向きの関係によって量子力学的に決定されるというものです。ただ、この説に基づいたクリプトクロムの振る舞いがどのようなものかはまだ分かっておらず、その変化が神経細胞にどのようにして伝えられるのかも未解明です。クリプトクロム遺伝子をノックアウトした動物で明快な結果出ていない点もこの説が今ひとつ勢いを得ない理由です。

参考：日経サイエンス 2012年5月号

ちょきりこきりヴォイニッチ
今日使える科学の小ネタ

▼頭部への衝撃で神経が変性？

選手時代に脳しんとうを少なくとも2回経験した元NFL選手のケビン・ターナーは、筋萎縮性側索硬化症（ALS）と診断されています。けれど、一部の科学者はケビン・ターナーのALSは脳しんとうを何度も起こしたことによる特殊なタイプで、同様の運命をたどった選手がこれまでもいたと考えています。脳しんとうを脳疾患に結びつけたこの研究結果は物議を醸しています。この説の支持者は、脳の外傷と病気の関連は科学的でないとし非難する人々もいます。ただ、フットボール選手のように脳に繰り返し衝撃を受けると脳にダメージが生じうるという点では見解は一致しています。

▼「ペロ毒素」無害化する化合物、同志社大が開発

ペロ毒素は、0157などの腸管出血性大腸菌から放出され、血管の細胞に侵入して死滅させるため、毛細血管の多い腎臓や脳にダメージを与えます。溶血性尿毒症症候群（HUS）や脳症などに進行すると、死亡する場合もある毒素です。このペロ毒素を無害化する化合物を、同志社大生命医科学部の西川喜代孝教授らの研究グループが開発しました。この化合物はアミノ酸を組み合わせたもので、毒性の強い2型のペロ毒素と強く結合する性質を持ち、この化合物と結合した毒素は、不要なたんぱく質を処理する細胞内器官「リソソーム」によって分解されることが確認されました。重症化を防ぐ薬剤開発への応用が期待されます。

お知らせ

▼新説に併せてアロサウルスの標本を修正

骨格の形状や尻尾を引きずった痕跡が見つからないことを根拠に、肉食恐竜のアロサウルスはもっと前かがみで、重い頭と尻尾でバランスをとりながら2本足で歩行していたという新学説に合わせ、鹿児島県立博物館別館で展示されている骨格標本の姿勢が上体が起き上がった“ゴジラ型”から上体が地面と水平になるように頭の位置を下げた。獲物に飛びかかろうとする約1億5000万年前の姿に47年ぶりに改められました。

この骨格標本は全長6.5メートル。米ユタ州で発見された本物の骨の化石が約70%を占め、全国でも最高レベルの割合で、極めて珍しく貴重な標本だそうです。

▼ヒトゲノム：8万円で解読

研究用機器メーカー「ライフテクノロジーズ」（本社・米カリフォルニア州）がヒトゲノムの解読を1000ドル（約8万円）でできる装置を10月に発売します。解読時間も従来機種種の2週間から1日以内と大幅に短縮されました。得られたデータは、患者ごとの薬の副作用の有無、病気の原因遺伝子を調べる研究などに役立つことが期待されます。

理化学研究所など日米欧の研究チームが参加した国際プロジェクト「ヒトゲノム計画」がほぼ完了した2000年当時、解読には1億ドル程度かかっていました。

今後のスケジュール

6月9日（土曜日） 10時30分～11時30分
教科書が教えないホットな科学の講演会 第28回
会場：下関市生涯学習施設ドリームシップ 1階音楽練習室（山口県）
入場無料 事前申し込み不要

7月28日（土曜日）夜
ダイナーヴォイニッチ 2012夏
会場：ロフトA（東京阿佐ヶ谷）
詳細は後日発表します。

ヴォイニッチ系 iPad アプリ新発売
第一弾

写真集「花技炸裂その美と花火の科学」

打ち上げ花火を上空の炸裂する間近で見るとどんな感じでしょうか。そこには、遠くから見るのとは全く違った、宇宙開闢の瞬間さえ想像させるような迫りに満ちた世界が展開していました。このアプリはそんな花火の炸裂の瞬間をとらえた120枚の写真に花火にまつわる科学の小ネタを添えた電子写真集です。

<http://obio.jp/v-books/fw.htm>

[iTunes App Store](#)