



Vol. 460 No. 7254  
23 July 2009

## 2つの観測衛星によるオーロラ撮影：宇宙からの観察で明らかになった地球両極のオーロラの非対称性

**DOUBLE EXPOSURE: Views from space show polar asymmetry of Earth's aurora**

北半球で見られる北極光と南半球で見られる南極光は、互いに鏡像関係にあると広く考えられている。しかし、常にそうだとばかりは限らないことを示す新たな証拠が得られた。オーロラは、北極圏と南極圏の地磁気の磁力線によって結びつけられた場所で同時に発生しやすい。そして、この関係が、北極と南極のオーロラのパターン、位置、出現のタイミングを結びつけているのだろうと考えられている。2001年5月12日には、IMAGEとPolarの2つの地球観測衛星が、南極と北極の両方を同時に観測するのにちょうどよい位置にあった。こうして得られた画像が今回解析され、オーロラが非対称でありうることを示す明確な証拠がもたらされた。非対称性は、両半球間に流れる電流（伝導率の違いによって生じると予測されているが、これまで実証されたことはない）によるものである可能性がある。表紙は、同時に撮影された南北両半球の画像で、上がIMAGE-WICの撮影した北半球、下がPolar VIS Earth Cameraの撮影した南半球である。 [Letter p.491 参照](#)

## 免疫：チンパンジーも「エイズ」にかかる

**'AIDS' in chimpanzees**

アフリカの霊長類に感染するサル免疫不全ウイルス (SIV) には 40 種以上が存在し、そのうち 2 つが種の壁を乗り越えて、ヒトでエイズウイルス HIV-1 と HIV-2 が生じた。今回、タンザニアのゴンベ国立公園で野生状態で生活しているチンパンジーについての包括的な自然史研究によって、HIV-1 の前駆ウイルスである SIVcpz に関する一般的な説、つまりすべての SIV は自然宿主には病原性を示さないという広く受け入れられてきた考えが覆されることになった。9 年以上にわたって 94 匹のチンパンジーを追跡調査した今回の研究によって、SIVcpz 感染により、10 倍以上の死亡リスク、出生率低下や進行性の CD4<sup>+</sup> T 細胞数減少といったエイズに似た徴候がチンパンジーでもみられることが明らかになったのである。これらの近縁のレトロウイルスが病気を引き起こす機序をヒトとチンパンジーとで比較すれば、HIV 感染の予防や治療のための薬剤やワクチンの開発に関係のあるウイルス因子や宿主因子の同定が可能になるかもしれない。 [Letter p.515, N&V p.470 参照](#)

## 環境：湖沼の生産力を制限するのは光

**Light limits lake productivity**

湖沼生態系の生産力は、利用可能な栄養素の量によっておおむね制限されると一般に考えられている。しかし、スウェーデン北部の 12 の天然湖沼に関する研究で新たな知見が

得られ、その考え方に異議が出された。その湖沼群では、バイオマスの蓄積に対する制限要因が栄養素の供給量ではなく、光の供給量であることが明らかになったのである。天然湖沼の多くはこの湖沼群と同様に比較的小規模で栄養素の量が少ないことから、大多数の湖沼は光による制限を受けており、栄養素に生産力が左右されるのは、主として栄養素の流入量が特別に多い湖沼だろうと考えられる。 [Letter p.506, N&V p.463 参照](#)

## 量子情報科学：量子論で確かめられたコンテクスチュアリティ

**Quantum theory in context**

量子力学は、初めて導入されて以来これまで、ほぼ 90 年間にわたって大きな成功をおさめ、その予測は多数の実験で確かめられている。にもかかわらず、この理論の公理に満足していない物理学者の多くは、量子物理学の予測を古典論で説明しようと試みている。古典モデルの直感的な特徴は、ノンコンテクスチュアリティ、つまりどのような測定も、同時に行われ、両立可能なほかの測定の結果とは独立な値をもつという性質である。理論から、ノンコンテクスチュアリティは量子力学と矛盾することが示唆され、光子と中性子で行われた実験もこれを支持しているようだ。しかし、これらの検証には特殊な量子状態を発生させることが必要であり、いくつかの抜け穴が残っている。今回 Kirchmair たちは、トラップイオンを使って、こうした問

題を克服し、ノンコンテクスチュアルな観点では説明できない実験を行った。したがって、コンテクスチュアリティは、特殊な量子状態や量子もつれを発生させる必要のない自然界の性質であるということになる。 [Letter p.494, N&V p.464 参照](#)

## 細胞：p53 と miRNA のつながり

**Link between p53 and miRNA**

がん抑制因子 p53 は、増殖抑制作用をもつ多くの標的に転写アクチベーターとして作用することがよく知られており、p53 の機能崩壊は大半のがんの発生時にみられる基本的現象である。マイクロ RNA (miRNA) はがんの抑制にかかわる重要な因子であることがわかってきているが、今回、p53 と miRNA の間に意外な結びつきがあることが明らかになった。転写調節という役割とは全く別の相互作用において、p53 は miR-16-1、miR-143、miR-145 などの増殖抑制作用をもつ miRNA の転写後成熟を DNA 損傷に応じて促進する。このことは、miRNA の生合成を調節する p53 の働きが、そのがん抑制機能に寄与している可能性を示唆している。 [Letter p.529, N&V p.466 参照](#)

## 地球：景観の説明

**Landscape explained**

多くの丘陵地帯の景観では、上空から見ると尾根と谷が一般的な間隔で並んでいるように見える。景観進化に対する現在の物理モデルでは、現実のもののように見える地形が得られるが、自然景観にみられる等間隔で並んだ尾根と谷に典型的な「波長」は予測できない。Perron たちは、質量保存と堆積物輸送の方程式を用いて、地形進化モデル、およびカリフォルニア州のナパバレーやユタ州のポイントオブザマウンテンなど、米国内 5 か所の野外調査で得られた尾根と谷の波長と正比例する特徴的な長さスケールを導き出した。この知見によって、景観の最も広くみられる特徴の 1 つが定量的に説明され、谷の間隔は、物質の性質と気候が浸食過程に及ぼす影響を記録していることが示唆される。 [Letter p.502, N&V p.468](#)  
[Making the paper p.434 参照](#)





Vol. 460 No. 7255  
30 July 2009

### 海洋動物が引き起こす混合：ダーウィンが考えた生物起源の流体混合は海洋混合における主要因子だった

**MARINE ANIMALS CAUSE A STIR: 'Darwinian' motion a major factor in ocean mixing**

高名なチャールズ・ダーウィンの孫である物理学者のサー・チャールズ・ダーウィンのほとんど忘れられていた成果が、海洋混合についての長年の論争を解決することになった。1953年に彼は、遊泳動物が海洋における水の混合に大きく寄与することになる機構を提案した。海洋で生物が引き起こす混合についての論争は現在のところ、動物運動の後流が起こす乱流と海洋乱流の比較に注目が集まっている。「ダーウィン」混合はこれとは異なり、流体の中を移動する固体が周辺の液体の一部を動かし、その動きが固体とともに伝搬していくときに生ずる。K Katija と J Dabiri は、離島の湖で遊泳中のクラゲについての野外測定結果を新しい理論モデルと結びつけ、ダーウィン混合という機構を介しての生物の海洋混合への寄与が、風や潮汐と同程度という、相当な規模になることを示している。表紙は、パラオの「クラゲ湖」で *Mastigias* sp. のクラゲが起こす誘起流体ドリフトを、色素により測定している際のものである。

Letter p.624, N&V p.581 参照

見は、気候温暖化が、従来の想定を大きく超える規模で泥炭地帯の地中に蓄積された炭素の呼吸を加速しており、京都議定書でEU全体が目標とする温室効果ガス排出量削減分のほとんどが、これにより相殺される可能性があることを示唆している。

Letter p.616 参照

### 神経：プレセニリンは神経伝達物質放出を制御している

**Presenilins action**

プレセニリン遺伝子は、家族性アルツハイマー病と遺伝的に関連があるが、この遺伝子がニューロンのどこで、どのように働いているのかはよくわかっていなかった。Zhang たちはマウスモデルを使い、プレセニリンはシナプス前で働き、ニューロンの計算、学習、記憶に必須の過程である活動依存性神経伝達物質放出を制御していることを明らかにしている。この結果から、シナプス前機能不全が神経変性疾患における認知症の早期段階の原因である可能性が考えられる。

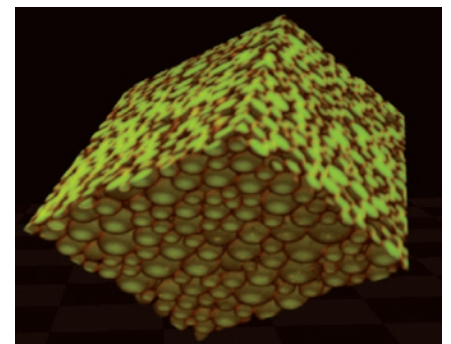
Letter p.632, Abstractions p.550 参照

### 工学：粉粒体パッキングのモデル化

**Going with the grain**

粉粒体がランダムに集合する性質は、物理学や数学の分野における遠い昔からの基本的問題であり、多孔質岩石を通した石油の抽出、穀物の貯蔵、粉末からの錠剤製造など、さまざまな場面で実際に適用されている。これまで、粉粒体に関して、結晶秩序化に類似する単純な基本的機構は知られていなかった。ニューヨーク大学のチームは、多分散エマルジョン滴のパッキングを測定し、全体的なパッキング構造の複雑さは、「granocentric (粒子中心的)」な観点から理解できることを見いだした。粒子周囲の利用可能空間と隣接粒子との接触率という、2つの単純な局所パラメーターに基づく統計モデルによって、接続性や密度を含めてパッキングの局所および全体的特性の両方がうまく予測される。

Letter p.611 参照



### 生化学：P2X<sub>4</sub> と ASIC1 の構造は似ている

**P2X<sub>4</sub> and ASIC1 at the gate**

P2X 受容体は ATP 依存性の非選択的陽イオンチャンネルで、痛覚や炎症反応に関連しているが、その構造はまだわかっていない。Kawate らは今回、閉状態のゼブラフィッシュ P2X<sub>4</sub> 受容体の結晶構造を報告している。その三量体構造から、リガンド結合、陽イオンの進入やチャンネル開閉の分子基盤のいくつかは明らかになった。同じグループのもう1つの論文では、ニワトリの脱感作状態にある酸感受性イオンチャンネル 1 (ASIC1) の構造が示されている。P2X 受容体と同じように、ASIC も三量体だが、これら2つは全く異なるイオンチャンネルファミリーに属する。ASIC1 の構造決定により、イオン透過と脱感作が起こる仕組みと思われるものが示された。また、ASIC と P2X の構造の比較からは、これらの機能的に異なるチャンネルが同じような機構的な原理を採っていることが示唆される。

Articles pp.592, 599, N&V p.580 参照

### 宇宙：新たに得られた土星の自転周期

**Saturn's rotation**

土星の全体としての自転周期は、過去数十年間にわたり、目立った変化をしてきたとは考えられていない。そうすると、自転周期の代理となるような尺度も、ほとんど一定の値だったとしてよいはずだ。カッシーニ計画で得られた最近の成果は、従来土星内

部の自転周期を決定しようといわれてきた、磁気圏の特徴の自転周期の測定という方法に疑問を投げかけている。なぜなら、このような方法では、ボイジャーが 28 年前に測定した 10 時間 39 分 24 秒より約 7 分長い周期が得られるからだ。Read たちは新たに、大気のパテンシャル渦度の分析に基づいて、土星の自転周期を 10 時間 34 分 13 秒 ± 20 秒と決定した。この基準座標系の変更は、互い違いに現れるジェットのパターンと一致するもので、土星の風はこれまで考えられてきた以上に、木星のものに似ていることが示唆される。

Letter p.608, N&V p.582

Making the paper p.550 参照

### 環境：泥炭から放出される炭素

**Carbon released from peat**

数百年から数千年前に形成された泥炭堆積物の呼吸活性化を介する CO<sub>2</sub> 放出の気候温暖化による加速は、地球の気候に対する強い正のフィードバックとなる可能性がある。しかし、泥炭地帯、特にその深部に存在する炭素の長期的な温度感受性は、まだはっきりわかっていない。今回、亜北極域の泥炭地帯で行われた長期 (8 年以上) の人工温暖化実験により、約 1°C の温暖化が生態系の呼吸を 50% 以上加速し、その加速の大部分が、永久凍土上の活性層の底部付近に存在する、取り扱いが困難な古い炭素に由来していることが明らかになった。この知



Vol. 460 No. 7256  
6 August 2009

### HIV-1 の内部事情：全 RNA ゲノムの構造

#### INSIDE HIV-1: Structure of an entire RNA genome

完全な HIV-1 ゲノム RNA の二次構造が決定された。これは、感染性ウイルス粒子から抽出された真正の HIV RNA の解析に基づくものである。ウイルスの一本鎖 RNA ゲノムの二次構造が機能的また調節的役割を果たすことは知られているが、今までのところ、どんなウイルスについても全 RNA の包括的な解析は行われていなかった。今回、HIV-1 ゲノム RNA が形成する全体構造の特徴を調べるのに、SHAPE (high-throughput selective 2'-hydroxyl acylation analysed by primer extension) という技術が使われた。高度に構造化されたモチーフが多数見いだされ、また、これらの多くについて機能の推定が行われている。RNA の構造要素の存在が、タンパク質の翻訳に影響し、またタンパク質の適切な折りたたみを促進していることがわかったのは重要である。これらの結果は、HIV-1 ゲノムが確かに構造をもち、その構造成分がウイルスの適応に非常に重要であることを強調している。この研究から得られる考察は、HIV-1 の生物学的性質の解明を進め、新しい抗レトロウイルス療法につながるだろう。

Article p.711, N&V p.696 参照

と考えられ、ある程度の移民がある場合には、総人口が増える可能性が高い。

Letter p.741, N&V p.693 参照

### 医学：統合失調症のリスク因子

#### Schizophrenia risk factors

今週号では、3つの論文が遺伝子変異と統合失調症のリスクについて考察している。国際統合失調症コンソーシアムは、主要組織適合遺伝子複合体 (MHC) 遺伝子座内に一般的な変異群を同定し、影響が非常に小さい数千の共通対立遺伝子を含む、ポリジーン構成要素が統合失調症のリスクに相当度関与していることの分子遺伝学的証拠を示している。これらの対立遺伝子群は、双極性障害のリスクにも関与している。H Stefansson たちは、一塩基多型に関する全ゲノム関連解析を行い、免疫、脳の発達、記憶および認知に関係するとされる個々の遺伝子座と統合失調症への素因の間に、有意な相関がみられることを報告している。J Shi たちは、症例対照研究を設計し、ゲノムの MHC ゲノムの遺伝子座と統合失調症の関連を明らかにしている。彼らの結果は、この疾患にクロマチンタンパク質がかかわっている可能性を示唆している。まとめると、約1万例の患者と約2万の対照によるメタ解析は、一般的な複数の遺伝子変異が統合失調症のリスクに影響を及ぼしているが、大きな影響を及ぼす単一の一般的な遺伝子座はごくわずかか、あるいは全くないことを示している。

Letters pp.744, 748, 753 参照

### 宇宙：火星でのメタン生成の謎

#### Methane making on Mars

火星上のメタンの最近の観測結果は、メタン濃度が局所的に高くなり、季節とともに変化していることを示唆している。しかし、メタンは、光化学反応における寿命が数百年という長さであるため、火星全体で均一に分布していると考えられている。F Lefèvre と F Forget は、化学反応を組み込んだ火星の全球気候モデルを使い、火星のメタンに最近観測された変化が、メタンの光化学反応についての我々の考えにどうかかわってくるかを調べた。現在考えられているような光化学反応では、メタン濃度に測定可能な変化が現れず、報告された観測データを説明するためには火星表面のメタンの分解が極端に速くしなければならないだろうことが示された。火星のメタンに何が起きているのかを正確につかむためには、*in situ* 観測を行う将来の火星探査機を待たなければならないだろう。

Letter p.720 参照

### 環境：先カンブリア時代の緑化

#### Greening the Precambrian

過去10年間に行われた数十件の研究で、新原生代の炭酸塩岩における炭素同位体の変動が報告されており、地球の炭素循環の変動と関連付けられている。P Knauth と M Kennedy は、炭素同位体分析の一部として必ず得られるものだが、見過ごされることの多かった酸素同位体測定値 (標本数は2万点を超える) に注目するという独特の視点から、それらのデータを検討した。そして、酸素同位体組成と炭素同位体組成の組み合わせが、よく研究されている顕生代の標本と一致するという予想外の結論が得られた。この顕生代の標本は、陸上のファイトマス (植物系バイオマス) に由来する、光合成で作られた炭素が地下水に運ばれて大規模に流入した沿岸の間隙水中で石化したものである。新原生代の炭酸塩岩における  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  の広く報告されている低下は、炭素循環の変動ではなく、顕生代標本との類似性によって解釈するほうが無理がない。またそれは、先カンブリア時代末期の、光合成を行う藻類やコケ類、菌類からなる敷物で覆われた地球の「緑化」を示唆している可能性がある。酸素とファイトマスを生み出すこのような事象は、先カンブリア時代のほとんど微生物だけだった世界から、カンブリア紀の後生動物の世界への決定的な移行の間接的原因となった可能性さえある。

Letter p.728, N&V p.698  
Making the paper p.666 参照

### 考古：初期の音楽活動

#### Early music movement

今週号に掲載されている、ドイツ西部のホーレフェルス洞窟で発見された鳥骨製の5穴の笛についての論文によれば、ヨーロッパに最も早くに住み着いた現生人類は、既に高度な音楽的伝統をもっていたらしい。この笛は、約3万5000年前のものである。年代が同じくらいの笛はほかにも知られているが、これほど洗練されて完成度の高いものはない。この笛は、同じ研究グループが最近発見したマンモスの牙で作られた女性小立像のすぐそばで見つかった。

Letter p.737, N&V p.695, Abstracts p.666 参照

### 人口統計学：世界人口の動向

#### Global population trends

国が豊かになるとそれに伴って出生率が低下するため、多くの先進国 (と一部の発展途上国) では出生率が、人口置換水準 (1人の女性が一生の間に産む子どもの数が約2.1人) 以下に低下している。この「少子化」と人口高齢化が合わさって、多くの難しい社会問題や政治問題が生じている。しかし、Myrskylä たちは今回新たに、合計特殊出生率と人間開発指数との関係を横断的および縦断的に分析し、経済がある程度以上に発展すると、出生率が再び上昇し始め、人口高齢化の速度が遅くなることを明らかにしている。その結果、現在の一般的議論や科学者による議論とは対照的に、最も発展した段階に達した国は、人口が比較的安定する



Vol. 460 No. 7257  
13 August 2009

### プラトン立体を詰め込む：プラトン立体とアルキメデス立体の充填の問題を解く

**A PLATONIC AFFAIR: Solving the puzzle of packing the Platonic and Archimedean solids**

粒子の高密度充填の幾何学的知見に基づくモデルは、液体、ガラス、結晶、粉粒体、生細胞など、多くの系の構造を説明するのに役立つ。この分野における以前の研究のほとんどは、球状粒子に注目しているが、このような理想的な形状の場合ですら、問題は非常に難しく、球の最密充填に関するケプラー予想が証明されたのは、2005年になってからである。18の古典的幾何形状、すなわちプラトン立体やアルキメデス立体（表紙に示されている）は古代ギリシャ時代から知られている形だが、それらの最密充填配置については、ほとんどわかっていない。今回、S TorquatoとY Jiaoは、5つのプラトン立体（四面体、立方体、八面体、十二面体、二十面体）と13のアルキメデス多面体の既知の最密充填体について報告している。これらの立体の対称性は、基本的な充填配置を決定するうえで極めて重要であり、中心対称性をもつプラトン立体とアルキメデス立体の最密充填は、対応する最密（ブラヴェ）格子充填で与えられると予想される。 [Letter p.876, N&V p.801 参照](#)

### 進化：初期の体内受精

**Early internal fertilization**

板皮類は、原始的な甲冑魚類に属する大規模な一群である。完全に絶滅してしまっているが、その不思議な体の構造は、人類を含む有顎脊椎動物（顎口類）の進化を説明する手がかりとなる。今回、新たな化石の発見で、*Incisoscutum*の生殖の仕組みが明らかにされた。この化石魚類は、板皮類の中でも重要で大きな分類群の1つである節頸類の一種として注目されている。最近、保存状態の良好な *Incisoscutum ritchiei*の雌成体の化石が胎子を伴って発見され、体内受精が行われていたことが示された。今回の新たな化石は同じ種の雄のものであり、腹部に化石魚類のプテクトドゥス類（甲冑をもたない板皮類）やサメ類でみられるような陰莖様の鰭脚があったことを示している。

[Letter p.888, Abstractions p.780 参照](#)

### 細胞：酵母の同性接合

**Same-sex mating in yeasts**

酵母の仲間、カンジダ症や重篤な全身性疾患の原因となるカンジダ菌 *Candida albicans* は、かつては無性生殖だけを行うと考えられていたが、通常はみられない接合生活環も存在することが現在では知られている。接合は一般に、近縁の酵母 *Saccharomyces cerevisiae* と同じ方式で、a細胞とα細胞との融合が起こる。今回、カンジダ菌の新しい有性生殖様式がもう1つ見つかった。分泌型プロテアーゼをコード

する遺伝子 *bar1* がいないという特殊な条件下では、a細胞どうしの間で同性接合が効率よく起こる。カンジダ菌の同性接合と、カンジダとは無関係な病原性真菌 *Cryptococcus neoformans* の同性接合との間に類似性があることから、この種の「ホモタリズム（同性性）」が、哺乳類宿主内でのこれら真菌の生存を助長している可能性が考えられる。

[Letter p.890, N&V p.807 参照](#)

### がん：がん遺伝子の機能獲得型変異

**Gain-of-function oncogenes**

正常なヒト細胞は、両親それぞれに由来する完全な染色体セットをもっているが、がんの中には、特定の染色体の一部が2つとも片方の親由来というものがあり、この現象は後天性の片親性二倍体とよばれている。骨髄腫瘍患者から採取した200例を超える骨髄試料のゲノムDNA解析から、第11染色体の一部の2つのコピーの両方が片方の親由来という例が高率でみられることがわかった。こうした例では、腫瘍抑制因子 *C-CBL* の機能獲得変異が生じており、これが繊維芽細胞をがん化し、サイトカイン刺激に対して造血細胞の感受性を増加させる。今回のデータは、*c-Cbl* は増殖抑制型の腫瘍抑制遺伝子でありながら、変異が起こると、増殖を促進するがん遺伝子となるという考え方を裏付けており、これは腫瘍抑制遺伝子 *p53* で明らかにされているのと同じ状況である。

[Letter p.904, N&V p.804 参照](#)

### 細胞：テロメアを守る

**Protecting the telomere**

真核生物の直線状の染色体の末端には、テロメアとよばれる配列がキャップのようについている。テロメアは、DNA二本鎖が切断されて生じた一本鎖部分と、基本的には同じ構造である。一般に二本鎖切断箇所は病原となる損傷なので、ゲノムの完全性維持のために修復されなくてはならないのだが、テロメアは通常、DNA損傷修復経路を活性化しない。テロメア維持の過程で主に働くのは、MRE11、RAD50、およびNBS1という3つのタンパク質からなるMRN複合体である。今回、マウスで全MRN複合体あるいはMRE11のヌクレアーゼ活性だけを不活性化する対立遺伝子を用いた研究が行われ、MRE11がテロメアで2つの機能を果たしていることがわかった。MRE11は、突出（オーバーハング）部分のDNA端の形成促進により新たに合成されたテロメア端を修復因子から保護し、またテロメアが適切に機能しないときには、このような突出部分を分解して融合修復を促進するのである。

[Letter p.914 参照](#)

### 細胞：幹細胞の開放型クロマチン

**Open chromatin in stem cells**

扁形動物から哺乳類まで、多くの幹細胞のクロマチンには凝縮した領域、つまりヘテロクロマチンがほとんどなく、そのため転写調節因子が近づきやすい開放状態になっている。今回、マウス胚細胞でRNA干渉による新規調節因子のスクリーニングが行われ、クロマチンリモデリング因子 *Chd1* が胚細胞の開放型クロマチンや多能性の維持、および体細胞の多能性状態への再プログラム化に不可欠であることが示された。これは、開放型クロマチンと多能性との間の因果関係を直接示す証拠である。*Chd1* は生殖系列幹細胞と成体幹細胞の両方で高度に発現していることから、幹細胞にみられる開放型クロマチンと分化能の関連性が一般的な現象である可能性が出てきた。

[Article p.863, N&V p.802 参照](#)

