



Volume 466  
Number 7302  
2010年7月1日号



## 力を合わせて生きる：20億年前の化石が示す多細胞生物出現の兆し

**JOINING FORCES: Two-billion-year-old fossils are first sign of multicellular life**

西アフリカ・ガボン共和国フランスビル近郊の黒色頁岩中には、広範囲に化石を含む層がある。その層で発見された保存状態の良いセンチメートルスケールの化石群から、これまで見つかった中でおそらく最古の多細胞生物の姿を垣間見ることができた。中生代（16億～10億年前）以前の多細胞生物を示す証拠は、極めて希少で異論も多い。今回の新発見は21億年前の堆積物からのものである。この時期は、大気中酸素濃度の上昇からさほど時間が経過しておらず、「カンブリア大爆発」として知られる多細胞生物の急拡大の15億年ほど前である。見つかった化石は、構造化された軟体性生物の、さまざまな大きさおよび形状の遺骸であり、柔軟なシート状の構造を示唆する皺が認められるものも存在する。その形状および規則的構造は、構成の多細胞性を示している。今回の化石群は、マクロ生物スケールでの細胞間シグナル伝達や協調的成長行動に関して、これまで知られている中で最古の証拠である可能性がある。表紙は、マイクロトモグラフィーに基づく画像化により明らかになったマクロ化石標本の構造を示している。

## 物理：LCLSの最初の大当たり

### First strike from the LCLS

世界初のX線自由電子レーザー、SLAC国立加速器研究所（米国カリフォルニア州メンロパーク）の線型加速器コヒーレント光源（LCLS）が、昨年稼働し始めた。これによって、生体分子のような複雑なナノサイズの対象をとらえる単一ショット撮像への期待など、原子レベルの研究に新しい時代が開かれた。LCLSで行われた最初の実験の1つの結果が今回報告された。この新しい施設は、波長1.5ナノメートル以下の高強度X線の超短（フェムト秒）パルスを発生する。この実験では、このような放射に対する自由ネオン原子の電子応答が調べられた。単一X線パルスにより、原子はその10個の電子すべてを逐次放出して、完全にはぎ取られたネオン、すなわちX線に対して透明な「中空原子」が発生した。著者たちは、電子はぎ取りの観測結果とその基礎となる機構を簡単なモデルを使って説明している。これは、

X線とまったく複雑な系との相互作用をさらに研究するには幸先よい結果である。

## 生理：雄の涙に誘われて

### Driven to tears

マウスでは、フェロモンと、鋤鼻器官によるその感知によって社会的行動が制御されることが知られているが、化学的シグナルで特定の行動応答との関連が明らかにされているものはほとんどない。埴紗智子（東京大学）たちは今回、雄の涙液中に分泌されるESP1ペプチドが雌の性的受け入れ行動を促すことを明らかにし、その特異的な鋤鼻受容体（V2Rp5）、並びに行動応答時に活性化される性行動に特異的な神経回路を同定した。このような「専用ライン」の論理がほかの哺乳類の生殖行動の制御にまで拡大可能か否かは、まだ明らかでない。

## 免疫：円形脱毛症の遺伝学

### Alopecia areata genetics

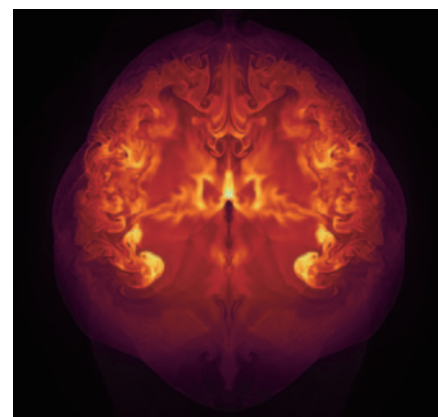
よくみられる自己免疫疾患である円形脱

毛症では、毛嚢の免疫特権（自己免疫反応を免れるという特権）が崩れることで脱毛が起こるが、その遺伝的な基盤はほとんどわかっていない。この形質について全ゲノム関連解析を行った結果、複数の円形脱毛症感受性の遺伝子座が見つかり、その大部分はゲノムの8つの領域にクラスター状に集まっていた。異常がある遺伝子活性の範囲から、この病気には獲得免疫と自然免疫の双方が関与していると考えられる。有意の連鎖がみられたものの中で、ULBP遺伝子はナチュラルキラー細胞受容体NKG2Dを活性化するリガンドをコードしており、これは以前に自己免疫疾患と関連付けられたことがない。

## 宇宙：超新星は標準光源であり続ける

### Maintaining the standard

I型超新星が宇宙の「標準光源」となっている現状は、これらの超新星が互いに非常に似ていて、一様な天体種を形成しているという仮定によっている。しかし最近、Ia型超新星に観測結果の違いが見つかり始めた。前田啓一（東京大学）たちは、最近の理論データと観測データを考慮して新しいモデルを提案し、観測されたスペクトルの多様性が、理論的に提案された非対称な爆発をまちまちな方向から見ている結果生じたものだとしている。このように考えれば、標準光源としてIa型超新星を使い続けていくうえで、スペクトルの進化の多様性はもはや心配の種にはならない。



「偏った」Ia型超新星爆発のコンピューター・シミュレーションの例。



Volume 466  
Number 7303  
2010年7月8日号



## 小さくなった陽子：エキゾチック原子を使って新たに得られた半径は4%のカット

**SHRINKING THE PROTON: New value from exotic atom trims radius by four per cent**

陽子は、通常の物質すべてにおける基本的な構成要素で、単独では水素イオンとして至るところに存在する。そう考えると意外とも思えるが、陽子の構造と挙動に関する我々の知識にはまだ「空白部分」が残っている。陽子の二乗平均平方根荷電半径は、現在の「最良の」値である1%という正確度で決定されている。これよりも高い精度で荷電半径を決定する共同プロジェクトから、「空白部分」は考えられていた以上に大きい可能性が示唆された。新たな値は、技術的に難しい分光学的実験、つまり、電子の仲間で電子よりも重いミュオンで電子を置き換えたエキゾチック原子である「ミュオン水素」におけるラムシフト（特定の一对のエネルギー状態のエネルギー差）の測定によって得られた。この結果は予想外のものであった。荷電半径が、以前の値よりほぼ4%小さくなったのである。この不一致についてはまだ説明がなされていない。今後、最も正確に決定された基本定数であるリードベリ定数の値に修正が必要になったり、量子電気力学理論の妥当性に疑問が生じたりするなどの影響が予想される。

## 遺伝：ユダヤ人の系譜

### The Jewish line

世界各地の14のユダヤ人共同体と、69の非ユダヤ人集団から得たゲノムデータを比較した研究から、現在のユダヤ人の大半とレバントの非ユダヤ人集団が近い関係にあることがわかった。この結果は、現在のユダヤ人の大半が、レバントにいた古代ヘブライ人およびイスラエル人の子孫であるとする考え方と一致する。これとは対照的に、エチオピアおよびインドのユダヤ人共同体は、それぞれエチオピアおよびインド西部の隣接する非ユダヤ人集団とクラスターを形成する。これは、これらの地域にユダヤ人共同体が確立されたときに、大規模な遺伝的、宗教的、文化的な交差が起こったことが一因なのかもしれない。

## 気候：農業が埃を増やす

### Farmers raise the dust

アフリカのサハラ/サヘル地域におけるダスト（<sup>ほこり</sup>塵埃）の放出は気候システムの重要な要素だが、アフリカ大陸でのダスト生成の長期的な記録はほとんど明らかになっていない。特に、アフリカのダスト放出に人が及ぼす影響については異論が多い。今回 Mulitza たちは、西アフリカのダストプリュームの下での海洋観測地点における堆積物の化学的性質と粒径分布を調べて、アフリカ北西部沖の3200年間にわたるダスト堆積記録を作成した。この知見から、人間活動が誘発したダスト放出は、約200年前の商業農業が始まった時期に、一般的なダスト収支に大きな影響を与え始め、それ以来影響が大きくなり続けていることが明らかになった。



## 考古：更新世前期の北ヨーロッパ人

### Our friends in the north

180万年以上前にアフリカを離れた初期人類は、非常に速やかにユーラシアへ移住し、東はフローレス島から西はスペインまでの、熱帯および地中海性の環境に定住した。わずかな化石および考古学的証拠から、当時の人類はまだ主として温暖な気候に適応しており、北緯45度線を越えたのは例外的に温暖な時期だけであったと一般に考えられてきた。しかし、英国ノーフォーク州の河川堆積物から出土した、78万年以上前の人工遺物および動植物相に関する新たな知見によって、こうした見方は変わることになりそうだ。ヘイスバラの浸食性海岸にある遺跡で、現在の英国南部に似た気候の森林環境であった地層から、フリント石器を含むフリント製人工遺物78点が発見されたのである。これらは、考えられていたよりもずっと早い時代に、人類が寒冷期のヨーロッパ北部に定住できる能力を獲得していたことを示唆している。

## 神経：抗嗜癮マイクロRNA

### Anti-addictive microRNA

長い間コカインを摂取し続けると、脳の構造や機能に複数の変化が生じる。これらは強迫的な薬物探索行動につながる可能性があるが、この過程を調節する機構は明らかになっていない。今回、ラットでの実験から、強迫的なコカイン探索行動の発症の支配に、線条体のマイクロRNAが重要な役割を担っていることが明らかになった。マイクロRNAのmiR-212はコカイン探索行動を低減させるが、これがみられるのはコカイン摂取を長期間続けたラットだけで、薬物依存のないラットでは認められなかった。miR-212は、転写因子CREBの活性増幅によって作用するらしいが、CREBはコカインの報酬効果の調節因子であることが知られている。この研究から、非コードRNAの作用を調節する物質が、薬物嗜癮を回復させる効果をもつ可能性が出てきた。



Volume 466  
Number 7304  
2010年7月15日号



## 進化の分岐点：サウジアラビアで発見された化石から明らかにした旧世界ザルと類人猿の分岐時期

**PARTING OF THE WAYS: Saudi Arabian fossil pinpoints divergence of apes and Old World monkeys**

霊長類の化石記録にはばらつきがあり、かなりの空白部分が残されている。その1つは、旧世界高等霊長類（狭鼻猿類）内での、オナガザル上科（旧世界ザル）とヒト上科（類人猿およびヒト）との分岐である。従来、この分岐は、漸新世前期から中新世前期までの期間にアフリカ・アラビア地域で起こったと考えられてきたが、今回サウジアラビア西部で新たなステム系統狭鼻猿類が発見され、空白部分が狭められそうだ。2900万～2800万年前の漸新世中期のものとされたこのサウジアラビアの標本には、管状 ectotympanic（耳の部分の骨）が存在することを除けば、クラウン系統狭鼻猿類への特殊化がほとんど認められず、旧世界ザルと類人猿の分岐がそれ以降であったことを示唆している。表紙は、発見された中型霊長類の頭蓋骨（正面像）。

## 医学：腸のウイルスメタゲノムの違い

### Gut virome variations

ヒトの腸内微生物叢を構成する細菌は、多くの研究で注目されている。今回、ウイルスメタゲノム（virome）が初めて解読され、この微生物叢の複雑度がさらに深まることになった。これには、一卵性双生児とその母親というセット4組から得られた便標品より単離したウイルス様粒子が使われた。これまでの研究で、双生児とその母親は、遺伝学的に無関係な個体に比べると、便内細菌叢の類似性が高いことがわかっている。これに対して virome は、遺伝的関係性の程度とは関係なく、個体独自のものであることがわかった。そして、各個体についてみると、研究が行われた1年の間、便の virome はほとんど変化しなかったのである。

## 地球：ダイヤモンドの分布

### Diamond distribution

ダイヤモンドは、地球マントル中の150キロメートル以深の高圧条件下で形成され、キンバーライトとよばれる火山岩からなるパイプ状の鉛直構造中を通過して、地表へと運ばれてくる。これまでに、こうしたキンバーライト・パイプ数千個

の位置を示す地図が作られているが、調査は大陸地殻で最古の地域である非常に年代の古いクラトンに集中している。それは、採算の合うダイヤモンドのほとんどがこの地域で見つかるからである。T Torsvik たちは過去5億4000万年のプレートテクトニクスを再構築し、キンバーライトが噴出したときの深部マントルとこれらのクラトンの相対的な位置を特定した。キンバーライトは、最下部マントルの大規模不均質構造の端と関連があることが明らかになったが、そこは核-マントル境界に当たる領域で、マグマ上昇によって生成されるマントルプルーム中でキンバーライトが形成される場所だろうと、Torsvik たちは推測している。このようなプルームは、過去5億4000万年間に噴出したほとんどすべてのキンバーライトの分布を支配している。

## 環境：どこを保護区域にするか

### Conservation: where to save

成果の挙がらない自然保護区域は指定を解除し、浮いた資金を効果の高い別の場所に回すべきであるという意見は、自然保護活動家や地元のロビー団体になかなか受け入れられない。しかし、

オーストラリアのほぼ7000の保護区域の成果を調べた研究によれば、長期的にはこうしたやり方が最良の方策になると考えられる。土地の評価額当たりで最低レベルの保全価値しか生まない約70か所の保護指定を解除して売却すれば、約210億オーストラリアドル（約1兆6000億円）が得られることになる。その資金を生物多様性保全戦略が高い効果をあげそうな区域に再投入すれば、同じ費用で今よりも高い保全効果が得られるはずである。また、保護区域への新たな資金投入の比率が世界的に低下し続けていることを考えれば、激しい土地開墾が進む中で最も価値や生産性の高い地域の保護が、これまでも増して重要になると研究チームは示唆している。

## 宇宙：円盤を伴う大質量星

### High-mass stars on disk

大質量星のライフサイクルについては、重要な側面、特に初期の進化段階がまだよくわかっていない。例えば、大質量星は低質量星や中間質量星と同じように円盤の降着を通して形成されるのか、もしそうならその円盤の構造は低質量星の場合とは異なっているのかといった点は、いまだに決着がついていない。今回、ヨーロッパ南天文台の巨大望遠鏡干涉計を使った新たな観測により、大質量の若い原始星、IRAS 13481-6124の周囲に高温のコンパクト円盤が見つかった。この画像には、約13×19天文単位の大きさの引き伸ばされた構造がみられた。これは、ほぼ45度の傾斜角で見た円盤と一致する。また、その性質は、低質量星の形成中に観測される円盤に、定性的にも定量的にも似ている。





Volume 466  
Number 7305  
2010年7月22日号



## 地球暖化に迫る：げっ歯類で関連付けられた集団の変化傾向と気候変動

**WAKING UP TO GLOBAL WARMING: The rodent linking climate change to population trends**

気候変動は、出芽や渡り、冬眠といった動植物の生活環境でみられる定期的事象のタイミングだけでなく、集団動態や形態にも影響を及ぼす。こうした相互作用因子のすべてを同時に検出するのは難しい。だが今回、冬眠する哺乳動物であるキバラマーモット (*Marmota flaviventris*) の、米国コロラド州アッパーイーストリババレーという亜高山帯環境に生息する集団の長期にわたる生活史研究から、こうした問題の研究にぴったりのデータが得られた。1976～2008年の気候変動により、冬眠からの目覚めが早まった結果、この動物の成長期が長くなり、冬眠に入ったときの体重が増加することになった。これと同時に、大型個体の適応度が高まり、集団の規模が急拡大した。今回の研究を通して、未来の気候変動が集団に与える影響を予測するのに必要なデータの典型が得られたといえるだろう。

## 宇宙：地球のものに似た、月のアパタイト Earth-like lunar apatite

月の内部は、月を形成した衝突によって起こったほぼ完全な脱ガスのために、地球に比べて水素や塩素などの揮発性物質が少ないと考えられている。月の玄武岩 14053 はアポロ 14 号が採取した試料で、これまで非常に詳しく研究されてきたが、新たに行われた分析によって、月マントルまたは地殻の一部が今まで考えられていたよりも揮発性物質に富んでいる可能性が示唆された。14053 に含まれるアパタイト（<sup>りんかい</sup>燐灰石）鉱物内の水素、塩素、硫黄の濃度は、地球の一般的な火成岩内にあるアパタイトのものと区別できない。入手可能な別の月岩石に含まれるアパタイトを測定すれば、この玄武岩がもつ地球のものに似た性質の一般性とその意味を解明するのに役立つだろう。

## 脳：やめるべき時を知る

### Knowing when to stop

ある行動を実行する際には、一連の動作を適切に開始・停止することが重要である。パーキンソン病やハンチントン病などの黒質線条体障害では、この過

程に欠陥が生じる。一定の行動パターンを学習し、実行する基盤となる機構は、まだよくわかっていない。今回 X Jin と R Costa は、課題トレーニングの間に、動作の開始・停止のニューロン活性化パターンが基底核内に発生することを明らかにしている。マウスには、一定回数動作からなる順序行動（砂糖水を報酬にしたレバー押し）を、正確かつ自発的に行うように学習させることができる。Jin と Costa は、黒質線条体回路中の多数のニューロンが、この課題で各動作を順番に実行する際に、その自発的な開始と停止の信号を特異的に発信しているのを見いだした。この回路に遺伝学的変更を加えると、開始・停止ができなくなり、行動実行が障害され、特定のニューロン活動と課題学習との間の因果関係が証拠付けられた。

## 医学：新規の抗糖尿病薬

### Novel antidiabetics

ロシグリタゾンやピオグリタゾンなどのチアゾリジンジオン系抗糖尿病薬は、核受容体 PPAR $\gamma$  を介して作用することが知られているが、これらの薬剤のもつインスリン感受性改善作用の仕組み

には、いまだ解明されていない点が多くある。Choi たちは今回、マウスに高脂肪食を与えることで誘発した肥満に、Cdk5 による PPAR $\gamma$  のリン酸化が関連することを報告している。抗糖尿病作用をもついくつかの PPAR $\gamma$  リガンドは、Cdk5 のこの作用を直接阻害し、それによって遺伝子発現をもっと正常に近い非糖尿病型パターンに維持させる。さらにヒトでは、ロシグリタゾンによる PPAR $\gamma$  リン酸化阻害と、その抗糖尿病作用とが密接に関連することが明らかになった。この特異な薬理学的特性から、肥満や糖尿病の発症機序と Cdk5-PPAR $\gamma$  との関連性や、これらの疾患に対する PPAR $\gamma$  リガンドの治療効果、また心疾患と糖尿病のリスクを増大させる複合的疾患である代謝症候群に対するこれらリガンドの治療効果についての新規モデルが示唆される。

## 進化：フェロモンで生じた隔たり

### Grounds for separation

ヨーロッパアワノメイガ (*Ostrinia nubilalis*) は、性的コミュニケーションの遺伝学や、種分化に性的シグナルが果たす役割などの研究のモデル系となっている。その理由の 1 つは、アワノメイガが性フェロモンの異なる 2 つの品種からなることである。この 2 品種では、フェロモンである酢酸塩化合物のシス異性体とトランス異性体の比率が異なっており、それが強固な生殖隔離に結びついており、これが種分化への第一歩になっている可能性がある。雌のフェロモン生産とそれに対する雄の応答行動の遺伝的制御は解明が難しいとされていたが、今回、フェロモンおよび品種の違いにかかわる遺伝子が 1 個同定された。フェロモンの生合成に不可欠な脂肪酸アシル還元酵素遺伝子に存在する差異によって、雌のフェロモン生産の表現型の違いと、それにより生じる品種特異的シグナルの説明がつく。この知見から、単一の酵素のコード領域への置換蓄積によって、生殖隔離に十分結びつくほどの差異がフェロモン混合物に生じることが明らかになった。



Volume 466  
Number 7306  
2010年7月29日号



## 科学は世界中に食糧を供給できるようになるか

### CAN SCIENCE FEED THE WORLD?

国連の食糧農業機関は、世界の農業生産量は2050年までに70%増やす必要があると見積もっている。Nature 7月29日号では、この目標達成に向けて植物科学やバイオテクノロジー分野ではどのようなことができるのかを考察した特集を掲載している。現在10億人以上の人々が飢えに苦しんでいるのは、食糧が十分にないからではなく、貧しすぎて食糧を買えないからだという事実も含まれている。だからこそ、よりよい食糧管理方式が必要なのだ。大手の農業バイオテクノロジー企業は既に、農業や除草剤耐性の問題から、干ばつや栄養不足に対処できる農作物の開発へと軸足を置き換え始めています。N Gilbertが報告している。「科学は世界中に食糧を供給できるようになるか」という問いにイエスと答えられるようにするためには、研究者たちが持続可能なやり方での農業生産高増大に大きくかかわることが必要だろう。

## 環境：減少する植物プランクトン

### Phytoplankton in retreat

海洋の植物プランクトンは、地球の生物地球化学的循環で重要な役割を担っており、海洋生態系の基盤を形成している。1979年以降利用可能となっている衛星リモートセンシングのデータから、植物プランクトンのバイオマスが気候強制力と関連して10年単位で変動していることを示す証拠が得られているが、たった数十年程度のデータでは長期的な傾向を明らかにするには不十分である。D Boyceたちは今回、セッキー円盤として知られる装置で得られた海洋の透明度測定値および各種の船上測定値を含むさまざまなデータに基づいて、1899年以降の植物プランクトンバイオマスの局地的、海域的、および全球的な傾向を見積もることにより、リモートセンシングのデータから得られた結果を長期的傾向に重ね合わせた。記録から現れたのは、全球植物プランクトンバイオマスの100年にわたる減少である。研究チームの推定によれば、植物プランクトン現存量の減少が最も激しいのは、高緯度、赤道海域、外洋性海域で、特に近年の減少が著しい。多くの海域の傾向は、海洋温暖化の進行や主要な気候指数と有意に相関している。

## 量子情報科学：光子3つの量子もつれ

### Entangled photon triplets

量子もつれ光子は基礎科学の強力な資源であり、計算や通信における新しい量子技術の進展を促進する可能性がある。量子もつれ光子対は、レーザー光の自発パラメトリック下方変換によって生成できる。しかし、これまでこの方法では3光子の量子もつれを生成できなかった。今回、Hübelたちは、直列に接続した光子対源を用いて、もつれた3光子を直接生成したことを報告している。もつれた3光子はそれぞれたった1個のポンプ光子から生成され、その結果、3個の光子すべての間に量子相関が生じる。

## 進化：性染色体のダイナミックな進化

### Dynamic sex chromosomes

鳥類と哺乳類は異なった性染色体を持っている。鳥類では、雄は2本のZ染色体を、雌はZとW染色体を1本ずつもつ。哺乳類では、雄はXY、雌はXXである。性染色体の進化に関しては、性特異的なWおよびY染色体では劇的な変化が起こったが、雌雄に共通するZおよびX染色体では比較的小さな変化しか起こらなかったと、長い間考えられてきた。しかし、ニワトリのZ染色体の塩基配列を解読してヒトX染色体の完

全塩基配列と比較した新しい研究によれば、話は違わらしい。Z染色体とX染色体は、もともなった常染色体（性染色体ではない染色体）から大幅な変化を遂げてきたことが明らかになったのである。これらはまた、祖先ゲノムの異なる部分から独立に進化したものであるにもかかわらず、精巣で発現される遺伝子ファミリーの獲得や増幅などを含め、収斂進化の道筋をたどってきたらしい。

## 宇宙：太陽系探求の歴史

### The Solar System story

惑星科学は、ガリレオによる惑星とその衛星についての研究から本格的に始まった。350年にわたり、我々の太陽系に対する認識は、地上の望遠鏡というフィルターを通して得られ、理論モデルによって磨きをかけられてきた。1962年に行われたマリナー2号による金星へのフライバイは、惑星との遭遇に成功した初めての成果で、太陽系探査時代が到来し、この50年間で詳細な観測結果が得られたうえに、実験も行われ、太陽系に関する我々の知見が様変わりした。J Burnsは、宇宙時代以前の惑星科学の歴史を概観し、最近の発見の中で最も興味深いいくつかについて論じ、太陽系天体の多様性、および太陽系進化におけるカオスの役割をはっきりさせている。また彼は、次の大きな飛躍は、太陽系外惑星が詳細に観測される時代の到来だろうと予想している。

## ||||||| ネイチャーからのご案内 |||

### nature video

Web: [www.youtube.com/NatureVideoChannel](http://www.youtube.com/NatureVideoChannel)

モバイル:



携帯電話で Nature Video チャンネルの科学関連動画を見ることができます。(一部の機種を除く)

### nature podcast

Web: [www.nature.com/nature/podcast](http://www.nature.com/nature/podcast)

モバイル:



Nature に掲載された研究成果をポッドキャストでチェックできます。(英語; iPhone™のみ対応)