



Volume 464  
Number 7290  
2010年4月8日号

### 飛行計画：ハトの群れの順序は「飛行中の社会序列」による

FLIGHT PLANS: Airborne pecking order coordinates pigeon flocks

同じ種類の鳥が群れて飛ぶことはよく知られているが、大きな群れを成す動物がどのようにして協調的な行動をとるのかは、完全に説明されていない。現在まで、この問題は主に数値モデリングによって取り組まれてきたが、重量がほんの16グラムという小型GPS計測記録装置を背負わせる手法が実用化されたことにより、群れの各個体の追跡が可能となり、直接得られた観測値を用いてモデルを検証できるようになった。最大10羽からなる伝書バトの群れで行った実験により、ある個体の飛行時の位置は詳細に決められた社会的地位により決まることがわ



小型GPS装置が入ったリュックを背負ったハト。

かった。これは飛行中の「つつきの順位」である。興味深いことに、各個体は主に左目に映った群れメンバーに、よりすばやく反応する。これは、各個体が群れ内の位置に応じた特定の役割をもっていることを、さらに裏付けるものだ。

### 遺伝：イヌの古い品種、新しい品種

Dog breeds, old and new

イヌの家畜化と品種改良は、人類文明の発展に伴って急速に起こった形態と機能の劇的な放散を示す興味深い一例である。イヌおよびその祖先野生種であるタイリクオオカミを対象とした、4万8000個を超える一塩基多型の大規模かつ詳細な全ゲノム調査により、遺伝的下位区分の注目すべきパターンが明らかになった。はっきりと分岐した2つのクラスターが出現し、一方は古い品種群、もう一方は19世紀に生み出された近代の品種群だった。共有ハプロタイプの分析から、イヌは、主として中東またはヨーロッパ起源であり、ミトコンドリアDNAデータから以前示唆されたような東アジア起源ではないことが示された。このことは、最近の考古学的発見と一致している。

### 物理：メモリスターによる論理演算

A good memory for logic

記憶素子と抵抗器の電気的特性を組み合わせたメモリスター、すなわちメモリスティブ・デバイス実現の可能性は、1971年にL Chuaによって提案された。それは、長く理論の域を超えないもの

だったが、2年前に電圧で作動するバイポーラススイッチがメモリスターを物理的に実現したものであることが確認された。その結果、メモリスティブ・デバイスへの関心が復活し、今も続いている。そして今回、単一のデバイスが同時に論理素子としても記憶素子としても働く必要のある、基本的な論理演算も「メモリスター」が実行できることを、J Borghetti たちが明らかにした。

### 生理：がん細胞を生むニッチ

The cancer cell niche

腫瘍形成には、個々の細胞で一連の遺伝的およびエピジェネティックな事象が起こることが必要かもしれないが、完全な悪性化のためには、それを許容する微小環境、すなわちニッチが要求されると考えられてきた。今回、血球の微小環境に生じた遺伝的变化が造血器悪性腫瘍を引き起こす新たなマウスモデルで、この見解が裏付けられた。こうした微小環境の一部である骨前駆細胞でマイクロRNAのプロセッシングにかかわるDicer1遺伝子が欠失すると、骨髄異形成症候群に似た表現型がみられるようになり、これは白血病へ進行する可能性がある。この前駆細胞では、白血

病の素因となる骨髄機能不全であるシュバハマン・ボーディアン・ダイヤモンド症候群で変異がみられるSbds遺伝子の発現量が低下している。

### 気候：放牧はN<sub>2</sub>Oの放出を減少させる

Grazing cuts N<sub>2</sub>O emission

温室効果ガスである亜酸化窒素の濃度は産業革命以前の時代から増加しており、その主な原因は農業活動である。農業活動の変化の中で、家畜の放牧は温帯の草原からの亜酸化窒素の放出をかなり増加させると報告されてきた。中国の内モンゴルのステップ草原にある10か所の観測サイトでの通年観測から得られた新しいデータによって、これまで見落とされてきた相互作用が明らかになり、この見解に疑問が生じている。自動チャンバー方式を用いた測定によって、春季の雪解け時の一時的急増が亜酸化窒素の放出の大部分を占めており、この放出は放牧が行われていないステップ草原で最も多く、放牧強度が高くなると減少することが示された。したがって、放牧は意外にも、土壌水の収支と微生物の活動を変えることによって、亜酸化窒素の放出を増加させるのではなく、減少させているのである。



Volume 464  
Number 7291  
2010年4月15日号

### 直接的な作用：特異的に働く Notch 受容体アンタゴニストの抗がん剤としての可能性

#### DIRECT ACTION: Antitumour potential of specific Notch receptor antagonists

Notch ファミリーの 4 つの受容体は広く発現している膜貫通タンパク質であり、哺乳類細胞はこれらを介して相互に情報交換を行い、細胞の運命と増殖を調節している。Notch シグナル伝達の欠陥は、急性リンパ芽球性白血病などの多くのがんと関連している。今回、ジェネンテック社の研究チームがファージディスプレイ法を用いて、Notch1 と Notch2 の強力かつ特異的なアンタゴニストとして作用する合成抗体を作出した。抗 Notch1 は、前臨床マウスモデルで、がん細胞の増殖と血管新生の両方を阻害する抗がん活性を示し、また培養されたヒト、あるいはがん細胞に対しても活性がみられる。Notch1 と 2 を同時に阻害すると腸に毒性があるが、どちらか一方だけの阻害ではこの副作用はおおむね回避され、「全 Notch」阻害剤に勝る治療上の利点が見込まれる。

### 遺伝：がんゲノムのネットワーク

#### Cancer genome network

2010 年には数百のヒトがんのゲノム塩基配列が公表されると予想されており、さらに来年以降、その数は毎年数千になるだろうと考えられている。国際がんゲノムコンソーシアム (ICGC) は、成人と小児の主要ながんのすべて (全部で 50 種の異なるタイプまたはサブタイプのがん) について、大規模ながんゲノム解読研究データの状況把握を目的として立ち上げられた。Nature 4 月 15 日号では、ICGC チームがプロジェクトの方針と計画を詳細に説明している。

### 工学：大規模停電はどうして起こったのか

#### Who turned the lights out?

2003 年 9 月 28 日、シチリアを除くイタリアのほぼ全域が大規模な停電に見舞われ、インターネットも不通になった。Buldyrev たちは、この大停電を、近年世界のあちこちで相当数起きている、似たような事故の典型例であると考え、複数の独立したネットワークを巻き込む故障のこのようなカスケード的広がりについて調べている。意外なことに、分布度が広がると、相互依存ネッ

トワークの偶発故障に対してより脆弱になることがわかった。これは、単一ネットワークで起こることの逆である。このことは、偶発故障が破滅的な結果とならないように、ロバスタなネットワークを設計するには、相互依存ネットワークの特性を考慮する必要があることを示唆している。

### 遺伝：美味なるトリュフのゲノムを解読

#### A tasty genome sequence

ヨーロッパオークの根に共生して生育するペリゴール産の黒トリュフ (*Tuber melanosporum* Vittad.) はグルメにとってごちそうだが、今回、そのゲノム塩基配列が解読された。これは、塩基配列が解読された菌類ゲノムとしては、最大かつ最も複雑なものである。そのゲノムには遺伝子が意外なほど少ないが、トランスポゾンとよばれる転位性遺伝因子が多数含まれている。外生菌根を形成する別の共生菌であるオオキツネタケ (*Laccaria bicolor*) との塩基配列の比較から、根と共生する生活様式に適応するために独自に進化した、相異なる 2 つの「分子の工具セット」を表す対照的な遺伝子セットが明らかになった。トリュ

フの栽培は複雑な過程であり、市場に出回っているトリュフの大半はいまだに野生のものである。そのため、子実体形成や共生に関係する遺伝的形質の解析は、栽培による収量増大に役立ち、それによって黒トリュフが広く手に入るようになるかもしれない。

### 細胞：ヘビが行う熱画像化

#### Thermal imaging by snakes

脊椎動物で「第六の感覚」といわれる赤外線検知機能をもつことが知られているのは 4 種だけで、この機能は捕食や温度調節に使われている。これらは、系統的に離れた 3 種のヘビ (クサリヘビ類、ニシキヘビ類、ボア類のヘビ) とチスイコウモリである。この感覚を媒介するピット器官は、解剖学および行動学的観点からは詳細に研究されているが、赤外線検知の基盤となるシグナル伝達機構やそれに関与する分子についてはほとんどわかっていない。Gracheva たちは、ピット器官をもつヘビは、イオンチャンネル TRPA1 による精巧な熱検知に依存していることを明らかにしている。この結果により、哺乳類では化学刺激物質、昆虫では温度変化を感知する TRPA1 ファミリータンパク質の感覚レパートリーがさらに広がった。

### 地球：穏やかな始生代の海洋

#### A temperate Archaean ocean

始生代前期 (約 35 億年前) には海水温が 55 ~ 85 °C であったと考えられてきた。しかし、最近の研究から、始生代の海水温は 40 °C を超えなかったことが論証されている。南アフリカのバーバートン緑色岩帯で得られた保存状態のよい岩石には、32 億 ~ 35 億年前の初期生命と海洋の化学的性質の地球化学的記録が保持されている。バーバートン堆積物におけるリン酸塩の酸素同位体組成に関する新しい研究によって、始生代の海洋は海水温が約 26 ~ 35 °C と低めで穏やかな環境であったことが裏付けられた。この知見より、始生代の地球ではリン循環がよく発達し、生物活動も進化していたことが示唆されている。



Volume 464  
Number 7292  
2010年4月22日号

### 色の符号化：ショウジョウバエのパターン誘導因子 COLOUR CODING: 'Wingless' is elusive pattern-inducer in *Drosophila*

動物体表の複雑な色彩パターンの形成は、発生生物学における古典的な難題である。パターン形成を説明しようとする試みの大半は、反応拡散機構に着目した理論的なものである。この機構では、狭い領域で拡散する活性化因子（モルフォゲン）と、広範囲に拡散する阻害因子の相互作用により、安定なパターンが生成されると仮定している。しかし、こうした因子の候補となるモルフォゲンや阻害物質はこれまで未解明だった。S Carroll たちは、モデルとして *Drosophila guttifera* の翅の鮮やかな水玉模様を用いて、斑点がモルフォゲンの Wingless により誘導されることを明らかにした。さらに彼ら

は、新たな部位で Wingless を発現させることで、この複雑な水玉模様がより単純なスキームから進化した可能性を示している。



左は野生の *D. guttifera* の翅、右はダブルトランスジェニック *D. guttifera* の翅の合成画像。

### 細胞：インスリン放出の $\alpha$ および $\beta$

#### The $\alpha$ and $\beta$ of insulin release

膵臓でインスリンを産生する  $\beta$  細胞は寿命が長く、一生の間にほとんど複製しないが、損傷を受けたり代謝的要求があったりすれば複製することがある。 $\beta$  細胞をほぼ完全に除去したトランスジェニックマウスモデルの研究によって、通常はペプチドホルモンであるグルカゴンの産生を担っている成体  $\alpha$  細胞が、自発的に再プログラム化されて  $\beta$  細胞になる場合があることが示された。意外にも膵細胞の可塑性が示されたことは、*in vitro* での細胞作出もしくは *in vivo* での再生誘導のどちらかの分化を利用した糖尿病治療の可能性を示唆している。また、選択的に細胞を全滅できる新しいモデルの作製によって、ほかの臓器でもこれまで認識されていなかった細胞可塑性が明らかになるかもしれない。

### 地球：生態系における硝酸塩の流れ

#### Ecosystem nitrate flows

水圏環境における硝酸塩の蓄積は、主として化学肥料使用の結果であり、環境問題と公衆衛生問題の両方を生じさせている。今回 P Taylor と A Townsend は、大きな窒素負荷を受けている生態系を含む、土壌、淡水生態系、海洋に

わたって硝酸塩濃度と有機炭素濃度の間に一貫した逆相関があることを実証している。溶存有機炭素と硝酸塩の循環を結びつけている微生物過程の調節により硝酸塩蓄積に影響を与えている炭素と硝酸塩の比によって、この逆相関パターンを説明できることがわかった。この結果から、世界全体の生態系における硝酸塩の行方と人的介入の影響を解明するための、検証可能な枠組みが得られるかもしれない。

### 生化学：FTO が肥満を標的とする仕組み

#### How FTO targets obesity

少ない脂肪量・肥満関連 (*FTO*) 遺伝子は、体重増加や肥満のリスクと関係している。*FTO* タンパク質は DNA/RNA デメチラーゼで、これを欠損したマウスは体脂肪が異常に少ない。今回、モノヌクレオチドである 3-メチルチミジンと複合体を形成したヒト *FTO* の結晶構造が決定された。その構造から、タンパク質が一本鎖 DNA と二本鎖 DNA を区別する新たな機構が明らかになった。さらに、生化学分析により、以前は機能が不明だった *FTO* の C 末端ドメインが、N 末端の触媒ドメインとの相互作用を介して、*FTO* の触媒活性に必要とされることが示された。これらの結果は、

*FTO* の基質特異性を理解するための構造的基盤を与えるとともに、抗肥満作用物質となる可能性のある *FTO* 阻害物質の合理的設計の基礎となる。

### 物性：接触させて過冷却を促進

#### Supercooling makes contact

液体中の局所的原子配列は、結晶の秩序とはかなり異なっている。しかし、結晶と接触すると、液体中の隣接原子が結晶の秩序をまねる場合があり、これは液体が凝固する引き金となることが多い。この「シーディング」効果はよく知られており、凝固点に近づきつつある水や、結晶核形成でみられる。今回、もっと意外な、これとは逆の効果が報告された。つまり、表面の原子構造が接触している液相の原子構造に似ていれば、結晶化が起こるのではなく、融点を大きく下回っても液体が液体のまま維持され、過冷却が実現するというのである。この現象は、シリコン基板上に層を形成した五角形配列の金原子と接触している金シリコン共晶液滴で観察された。この発見は、凝固の基礎研究や、相転移の実験的な制御にかかわりがある。例えば、過冷却状態を得るためによく用いられる無容器技術は、正二十面体配列の表面層で容器をコーティングすれば不要になるかもしれない。



Volume 464  
Number 7293  
2010年4月29日号

## 1人が多発性硬化症を発症し、もう1人は発症していない 双子のゲノム完全塩基配列の解読

**THE MS GENOME: Complete sequences of twins with and without multiple sclerosis**

「一卵性」双子は、ヒトの疾患への遺伝のかかわりや環境の影響を研究する際に広く用いられている。双子のうちの1人が多発性硬化症を発症し、もう1人は発症していない3組の一卵性双子について今回行われた研究は、最新のゲノムシーケンシングと解析の技術をこの分野に導入したもので、また双子で多発性硬化症患者の女性のゲノム塩基配列を初めて公表している。双子の1組については全塩基配列が解読され、この組を含む3組について、CD4<sup>+</sup>リンパ球のmRNAトランスクリプトームおよびエピゲノム配列が決定された。意外にも、双子の一方が発症し、他方が発症しないことの説明となる遺伝的、エピゲノムの違い、あるいはトランスクリプトームの差異は見いだされなかった。このデータを詳しく検討したeQTL（発現量的形質遺伝子座）マッピングからは、双子間興味の深い違いが明らかになり、これはさらに詳細な解析を行うのに値する。また、多発性硬化症の発症について考えられる原因のいくつかは除外することができた。今後は、ほかの細胞型やエピジェネティックな修飾の研究が集中的に行われるだろう。

## 宇宙：小惑星 24 番テミス

### Ice on asteroid 24 Themis

2つの独立した研究グループが、主小惑星帯の小惑星 24 番テミスの赤外スペクトルを、ハワイのマウナケアにあるNASAの赤外線望遠鏡施設(IRTF)を使って観測し、このスペクトルはテミスが氷と有機物を含む凍った物質で広範囲に覆われていることと一致するのを見いだした。一部の小惑星の表面に氷が存在することは、いくつかの小型小惑星の活動が彗星に似ていることから推測されていたものの、主小惑星帯に存在する水と有機物が実際に測定されたのは今



回が初めてである。表面に氷が存在することは、とりわけ意外な結果である。なぜなら、火星と木星の軌道の間にあるテミスから太陽までの距離では、曝露された氷の寿命は比較的短いからだ。

## 生理：アディポネクチンと肥満

### Adiponectin and obesity

脂肪細胞由来のホルモンであるアディポネクチンは、グルコースと脂肪酸代謝の調節に関与し、抗糖尿病作用とアテローム産生抑制作用をもつ。筋細胞のアディポネクチン受容体 AdipoR1 を欠損するマウスを用いた研究で、このマウスはインスリン抵抗性を示し、野生型のマウスよりも運動に対する持久力が低いことが示された。アディポネクチンは骨格筋で、AdipoR1 を介した細胞外 Ca<sup>2+</sup> の流入を誘導するが、これはミトコンドリア機能や酸化ストレスに密接に関係する、下流のさまざまなシグナル伝達に欠かせない。このことは、AdipoR1 受容体を刺激するか、あるいは骨格筋の

AdipoR1 受容体の数を増加させれば、ミトコンドリア機能不全、インスリン抵抗性や肥満と関連のある2型糖尿病の治療に有効である可能性を示している。

## 気候：気候フィードバック

### Climate feedback

気候変動は全球で一様に起こるわけではなく、極地増幅とよばれる過程により、北極域は熱帯や中緯度地方よりも速く暖まる。最近の研究では、上層大気の輸送過程によって近年の極地増幅の大部分が説明されることが示唆されたが、この結論は議論的になった。今回、過去20年間の再解析データの最新版を用いて、上層大気過程ではなく、海氷の面積や厚さの減少が近年の極地増幅の大半を引き起こしていることが示された。これらの結果は、強い正の氷-気温フィードバックが北極域で働いているという考え方を裏付けており、近い将来、急速な温暖化と海氷融解が継続して起こる可能性が高いことを示唆している。

## 進化：恐竜の多様な羽毛

### Dinosaurs' varied feathers

保存状態が極めて良好で、異なる発生段階で保存された羽毛恐竜 *Similicaudipteryx* の化石標本2点から、成長につれて恐竜の羽毛の形態が急激に変化することがわかった。また、恐竜の羽毛の形態は、現生鳥類の羽毛から想像されるよりも、はるかに多様であった。



Xing Lida and Song Qijun