



Vol. 458 No. 7241
23 April 2009

追悼: Sir John Maddox (1925-2009)

SIR JOHN MADDOX(1925-2009)

本誌の編集長を2度にわたって務めた Sir John Maddox が先週死去された。今週号には、Nature の編集方針に大きな影響を与えた同氏の功績についての記事が掲載されている。表紙は、本社オフィスでいつもの、彼独特のポーズをとる Maddox 氏である。1966 ~ 1973 年と 1980 ~ 1995 年の編集長在職中に、彼は査読制度の確立や強力なジャーナリズムの伝統の導入など、今日の Nature の基盤を築き上げた。今週号では、W Gratzer、N B Shaw と P Campbell が故人の経歴について述べ、知人や同僚に彼が及ぼした影響について回顧し、追悼している。オンライン版では、本誌での 40 年間にわたるジャーナリズム活動の中から選んだ特集を掲載しており、今週号の追悼記事の中でも引用されているような、大きな議論をよび起こしたさまざまな論争や、1966 年に書かれたサッカーの得点方式改正についてのよびかけなどが掲載されている。

Obituary p.983, www.nature.com/news/specials/johnmaddox 参照

発生: Notch 経路を個別に調べる

A Notch signalling case study

Notch 経路は多細胞生物の大半に広く存在する細胞シグナル伝達系であり、胚で重要な制御因子として働き、成体でも多くの組織で機能している。今回、ショウジョウバエ (*Drosophila*) の発生で最も解明の進んでいる形態形成過程の1つである外感覚器官形成について調べるため、ショウジョウバエゲノム中のほぼすべての遺伝子について RNA 干渉 (RNAi) 配列を発現する遺伝子導入ショウジョウバエ系統ライブラリーを用いて、ゲノム規模での解析が行われた。RNAi スクリーニングを用いることで、Notch の相互作用にかかわると考えられる遺伝子を組織特異的に不活性化できる。こうして得られたデータから、タンパク質をコードするショウジョウバエ遺伝子のうち約 20 パーセントについて機能を推定でき、非対称細胞分裂にかかわる 6 個の新たな遺伝子と、Notch シグナル伝達を制御する 23 個の新規遺伝子が同定された。別の論文では、Coumilleau たちが、ショウジョウバエの感覚器官前駆細胞の非対称分裂後で、Notch シグナルが伝達される際のエンドサイトーシスの役割について報告している。

Article p.987, Letter p.1051 参照

化学: 大きなリュドベリ分子

Rydberg molecules at length

リュドベリ原子では、1 個以上の電子が非常に大きい主量子数をもつ軌道に励起され、原子の電子エンベロープが原子核のはるかかなたまで広がっている。1934 年に E フェ

ルミによって導入された考えに基づいて、基底状態にあるもう 1 つの原子によってそのような電子が散乱されると、引力相互作用が生じる可能性があることが、最近の理論研究で予測された。これによって、核間距離が数千ボア半径に達する巨大分子ができると考えられる。そのような超長距離「リュドベリ分子」の分光学的特性が、今回報告された。このリュドベリ分子は極低温のルビジウム二量体であり、そのスペクトルはモデルによる予測とよく一致する。今回の成果から、いわゆる「三葉虫分子」のような風変わりな分子種が、近い将来に実現する見込みが高まってきた。 Letter p.1005, N&V p.975 参照

環境: 中国の炭素収支

China's carbon balance

中国の陸上の炭素収支に関する包括的な評価が公表され、炭素収支データを地理的に広げる際に生じていた大きな空白が埋められるとともに、北半球の炭素収支の不確実性をさらに減らすのに役立つ。1980 年代から 1990 年代にかけての中国の炭素収支とその駆動機構が、衛星を用いた植生観測から推定されるバイオマスと土壌の炭素保有量、生態系モデル、および大気の大気逆転という 3 種類の指標を用いて調べられた。この 3 種類の方法からは、毎年 0.19 ~ 0.26 ペタグラム (10^{15} g) の正味の炭素シンクという同じような推定値が得られた。ちなみに、地球の陸上生態系は 1980 年代から 1990 年代にかけて毎年 1 ~ 4 ペタグラムの速度で炭素を吸収し、化石燃料からの放出量の 10 ~ 60 パーセントを相殺した。中国北東部は、森林

の過剰な伐採と破壊により、大気に対する正味の CO₂ 供給源となっている。逆に、中国南部は炭素シンクの 65 パーセント以上を占めているが、これは地域的な気候変動、植林、および低木の回復によるものと考えられる。

Letter p.1009, N&V p.977 参照

生態: 競争と生物多様性

Competition and biodiversity

生態学における未解決の謎の 1 つは、生物種どうしは資源をめぐる互いに競争しているのにもかかわらず、なぜか多くの種が共存できるのか、というものだ。生物多様性の理論では概して、種どうしがランダムに相互作用すると仮定したり、種間の相互作用を無視したりしてきた。しかしながら近年の研究で、種間の相互作用は規制のないものではなく、高度に複雑な構造もしくは入れ子構造になっていることが示されている。Bastolla たちは、植物と動物の相利共生ネットワークに着目し、相利共生的な相互作用の「入れ子構造」が競争を最小化し、生物多様性を高めるように働いていることを明らかにした。入れ子構造をもつネットワークは生物や社会のさまざまな状況で生じると思われるので、この結果は生物学から銀行業務まで、幅広い分野に関係があると考えられる。

Letter p.1018, N&V p.979 参照

医学: 抗菌剤による HIV/AIDS の予防

HIV/AIDS prevention

HIV-1 の女性への伝播を防ぐ手段として、殺微生物剤を使った臨床試験は期待外れに終わった。しかし今回、HIV 感染について、サル免疫不全ウイルス (SIV) のアカゲザル腔感染モデルを使った研究から、予防薬にはまだ追及する価値があると思わせる結果が得られた。広く使われている抗微生物薬であるモノラウリン酸グリセロール (GML) が、ウイルス暴露を繰り返した後でも SIV 感染を抑制することが明らかになったのである。だが、その作用機序は意外なものだった。ウイルスに対する宿主の炎症応答は、予防の助けとなるのではなく、ウイルスの標的である CD4⁺ T 細胞を集合させることで感染を助長しているとわかった。GML の予防効果は、ウイルスに対する直接の効果ではなく、この宿主応答の阻害から生じているらしい。これは、粘膜細胞での細胞のシグナル伝達と宿主の自然免疫応答が、HIV 感染予防を目的とした薬やワクチンの標的となる可能性を示しており、これは HIV だけでなく、似たような感染手段を使っている病原体についても同じだといえよう。

Letter p.1034, Abstracts p.944 参照



Vol. 458 No. 7242
30 April 2009

近づく気候危機

THE COMING CLIMATE CRUNCH

気候の状況は考えられているより悪いのかもしれない。今週号の3つのNews Featureは、実際そうであるか、もしくはそうなる可能性があるとしている。最初に、二酸化炭素の排出量削減が予想よりむずかしいことを示す証拠が挙げられている。このことは、我々が大気中から物理的に二酸化炭素を抽出するような事態に陥るかもしれないことを意味しているのだろうか。では、どのようにしたらそれができるのか、検討してみよう。そして、最後の頼みの綱は地球を人為的に冷却するという方法だ。これはうまく行くかもしれないが、あくまで「可能性がある」にすぎない。研究の最前線での重大な疑問の1つは、危険な気候変動を避けようとするなら、温室効果ガスの排出量をどのくらい急いで削減する必要があるかというものだ。今週号では、2本の論文が異なる見地からこの問題に取り組み、おおむね似通った結論に達している。Meinshausenたちは、2050年までの温室効果ガスの累積排出量が、産業革命以前の気温を2℃上回る地球温暖化の確率と結びつくとしている。2℃上昇という数字は、危険な気候変動の閾値として広く採用されている。Meinshausenたちは、2℃を超える温暖化を2100年まで回避しようとするなら、経済的に採掘可能な石油、ガス、石炭埋蔵量のおよそ3分の1しか燃焼できないことを明らかにしている。この化石燃料の量は、現在の消費ペースでは、2029年までに燃やし尽くされてしまう値である。Allenたちは、気候と炭素循環の結合モデルを用いて、既に観察されている変動と一致するさまざまな気候の将来像をシミュレートしている。1750年以降大気中に放出された人為起源炭素は最近5000億トンに達し、Allenたちは、全体で1兆トンとなる炭素放出によって、「安全範囲」の2℃上昇を上回る急激な温暖化が引き起こされる可能性が高いことを明らかにした。それ以降に排出される炭素1トンごとに、温暖化の極大値が予測可能な形で増大し、これは排出の時期には関係がない。したがって、有効な気候変動緩和戦略は、二酸化炭素の累積排出量の上限値を達成できるものでなければならない。

News Features pp.1091, 1094, 1097, Letters pp.1158, 1163 ほか参照

細胞：脂肪滴とオートファジー

Lipid energy on tap

脂肪滴は、トリグリセリドやコレステロールなどの脂質を貯蔵する細胞小器官である。栄養欠乏状態では、脂肪滴内のトリグリセリドが加水分解されて遊離脂肪酸となり、酸化されてエネルギーを供給する。飢餓に対するもう一つの細胞応答は、細胞が自身の構成成分を分解して栄養分を供給するオートファジーである。Singhたちは、脂質代謝の調節にオートファジーがもつ新たな機能を明らかにし、それを「マクロリポファジー」と名づけている。この過程では、脂肪滴とオートファジーにかかわる成分が飢餓時に会合し、オートファジーを阻害すると、脂肪滴での脂質貯蔵が増加する。オートファジーは、脂肪滴の内容物をリソソームへ放出さ

せて分解することにより、脂質の加水分解と遊離脂肪酸の生成を促進する。今回の研究は、脂質代謝の調節でオートファジーが極めて重要な役割を果たすことを明らかにしており、これは脂肪が蓄積される疾患を予防する新たな方法となるかもしれない。

Article p.1131, N&V p.1118 参照

生態：すみかが変われば

Changing places

適応放散の進化的過程は、多くの生態学的要因に左右される。しかし逆に、適応放散は生態系に何らかの影響を及ぼすのだろうか。意外なことに、進化的多様化が生態系に与える影響に関する研究は、まだ少ない。Harmonたちは今回、そうした影響が存在することを実験により明らかにした。最近起

こった適応放散により生じ、現在は異なるニッチに定着したイトヨ2種と、それらの共通祖先種に似たジェネラリストである近縁種1種が、生態系に与える影響を調べたのである。実験は、カナダのプリティッシュ・コロンビア州テクサダ島の複数の湖沼に由来する個体を、湖沼の水を蓄えたメソコスム（疑似環境実験水槽）内に入れて行った。種の多様化は、餌生物の群集構造や生態系の総生産量を変化させ、溶存有機物質に対する間接的影響を介して系内の光透過のスペクトル特性を変化させることが示された。実験は10週間という短期間ではあったが、最近多様化した種が生態系に対して非常に多様な影響を及ぼす可能性があることがわかった。

Letter p.1167, N&V p.1122, Making the paper p.1075 参照

工学：超高速カメラ

An ultrarapid camera

超高速の実時間光学撮像は、生物学での画像化から衝撃波の研究まで多くの科学分野で使われている。しかし、非常に速い時間スケールで変化が起こる系では、CCD（電荷結合素子）カメラのような従来型の技術は妥協が必要となる。特殊な冷却を行うか、極めて明るい光を使わなければ、撮像速度か感度のいずれかが犠牲にならざるを得ない。これは、センサーアレイからのデータ読み出しに時間がかかり、また高いフレームレート（画像表示速度）では数個の光子しか集められないことがその理由である。今回、UCLAの研究チームが、このような限界を打破する撮像法を開発した。この方法では、従来型CCDの場合より少なくとも1000倍速いフレームレートが得られ、シャッター速度が440ピコ秒という、世界で最も速く連続的動作するカメラができる。この技術、すなわち連続時間符号化振幅顕微鏡法（serial time-encoded amplified microscopy; STEAM）では、2次元画像を連続的な時間ドメインのデータストリームへ写し、同時に光ドメインで画像を増幅する。それから単一ピクセルの光検出器により画像全体をとらえるのである。

Letter p.1145, Abstractions p.1075 参照



T.SATO



Vol. 459 No. 7243
7 May 2009

フローレス原人の骨：原始的な人類が小型なのは停留か、それとも島嶼矮化か

THE FLORES BONES: Primitive hominin retentions or insular dwarfing?

2004年に本誌に初めて報告された小型の人類、*Homo floresiensis* は、インドネシアのフローレス島に約1万4000年前まで生息していた。表紙は、その基準標本LB1の部分骨格である。LB1では、足（くるぶし以下の部分）を部分的に復元するのに十分な材料が残っており、今回それについての論文が発表された。LB1の足は、大きな母趾がヒトのように完全に内転しているが、現生人類に比べると、下肢の残り部分に比して相対的に長く、一部の類人猿に近い。*H. floresiensis* を小型の人類とする考え方には疑いを挟む向きもあり、特に、その脳の小ささは疾患によるものとする意見もあった。新たな研究により、マダガスカルにかつて生息していた現在は絶滅した小型のカバガ、大陸種よりも極端に小さな脳をもっていたことが明らかにされている。このことは、哺乳動物の体が小型化しても脳はそれほど小型化しないという、島嶼矮化の「法則」が正しくないという考えを裏づけるものだ。News & ViewsではD Liebermanが、この2つの論文および*The Journal of Human Evolution*の特別号について論じ、*H. floresiensis*はおそらく本物の人類であり、極めて興味深いヒト種なのだろうと結論している。

Letters pp.81, 85, N&V p.41 参照

宇宙：宇宙時計の針を巻き戻す

Turn back the cosmic clock

世界天文年2009を記念して連載されている天文に関する総説で、今週号では、観測天文学における最後の未開拓分野、すなわち最初に出現した星や銀河、大質量ブラックホールの形成を取り上げている。現在、これらの天体はシミュレーションを通してのみ研究できる。地上設置や人工衛星搭載の現在の望遠鏡は、宇宙の年齢や大きさが今の10分の1以下だったときまでさかのぼって宇宙の歴史を探ってきた。しかし次世代望遠鏡は、最新の理論を基準としながら、宇宙で最初の光を放った天体の解明を妨げている高赤方偏移の壁を乗り越えるだろう。

Review p.49 参照

地球：風変わりな火山

An exotic volcano

タンザニア北部にあるオールドイニョ・レンガイ火山は、カーボナタイト溶岩を産出する世界で唯一の活火山である。この奇妙な溶岩は、50パーセント以上が炭酸塩鉱物で、ほとんどケイ酸塩を含まない点で極めて珍しいものである。Fischerたちは、オールドイニョ・レンガイ火山噴火の際に採取された火山ガスは、このカーボナタイトが大洋拡大中心から遠く離れた位置で産出されているにもかかわらず、大洋中央海嶺に沿って

噴出されるガスと、意外にもほとんど区別がつかないことを示した。このことは、異例なほど炭素を多く含むマントルがオールドイニョ・レンガイ火山のカーボナタイトマグマの源であるという説とは反対の結論となる。このカーボナタイトは、ケイ酸塩マグマと混合しないことにより浅部地殻で形成され、ナトリウム含有量が多いために、噴火条件下でも安定になっていると考えられる。

Letter p.77 参照

材料：力に応答するポリマー

Force-responsive polymers

生物の世界は、機械的刺激に対して能動的・機能的に応答する材料系であふれており、それらによって、触覚、聴覚、組織や骨の成長といった生理学的過程が実現する。これに対して、ポリマーの場合は、大きな応力をかけると共有結合が切れて、損傷や破壊が生じることが多い。Davisたちは今回、合理的に設計を行った合成材料ならば、機械的応力によって材料特性を役に立つように変えられることを実証した。これは、機械的応力に応じて開環反応が起こると赤く変色する化学基を組み入れることによって実現され、塑性変形の蓄積を直接測定できた。この研究の基礎となる原理により、ほかの力応答性化学基の開発も可能になると考えられ、損傷検知から完全再生型自己修復に至るまで、

目的とする機能を合成材料にもたせることができそうだ。 Letter p.68, N&V p.45 参照

細胞：第3の伸長因子

A third elongation factor

リボソームにはさまざまな因子が結合して、翻訳開始、伸長や終結を助けている。タンパク質合成ではこれまで、普遍的に保存されている翻訳伸長因子はEF-Tu/eEF1AとEF-G/eEF2の2種類だけとされてきた。今回、出芽酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) でのタンパク質合成について新たな研究が行われ、これまで翻訳開始段階にかかわると考えられていた因子 eIF5A の役割が一転し、伸長段階で中心的な働きをしていることがわかった。eIF5Aは珍しいアミノ酸ハイプシンを含む点が特殊で、このハイプシンが伸長促進作用に必要とされる。eIF5Aがない場合にみられる異常から考えて、この因子はeEF2とともにリボソームの転位段階で作用していると考えられる。

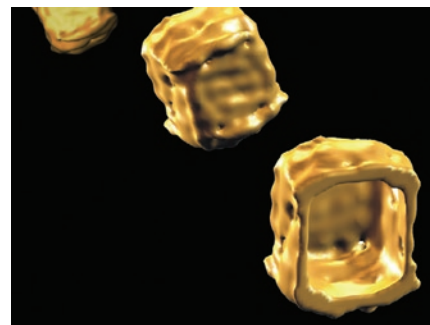
Letter p.118, N&V p.44 参照

工学：ナノ材料の小さな箱

Nanomaterials: little boxes

ナノ構造体の自己集合へのDNAの使用は、化学や分子計算、またナノテクノロジーなどの新興分野での応用が期待されている。特に有望であることが示された方法の1つが、「DNA折り紙」として知られているものだ。P Rothemundにより開発されたこの方法では、長い一本鎖ウイルスDNA配列を、短い合成オリゴヌクレオチドの助けで折り畳んで、任意の形の平面ナノ構造体を作る。今回Andersonたちは、DNA折り紙法を3次元に拡張し、外部から与えられる「かぎ」によって開くことができる、 $42 \times 36 \times 36 \text{ nm}^3$ のアドレス指定可能なDNAの箱を構築した。このDNAナノ容器の内部区画への制御されたアクセスにより、例えば、多重配列信号の論理センサーや、ナノ荷物の制御された放出など、いくつかの興味深い応用が可能となりそうだ。

Letter p.73, Abstractions p.7 参照





Vol. 459 No. 7244
14 May 2009

損傷の制御: アカパンカビの DNA 修復にかかわる低分子 RNA 群 DAMAGE CONTROL: Small RNAs involved in DNA repair in *Neurospora*

RNA 干渉 (RNAi) は、菌類からヒトまで広く保存されている遺伝子サイレンシング機構である。ハイスルーブット塩基配列解読によって、動植物には大量の低分子非コード RNA が存在することが明らかになっているが、その多くはまだ機能が判明していない。原始的な真核生物では、RNAi 経路は保存されているものの、同種の低分子 RNA が存在するかどうかについては、ほとんど研究されていない。今回、糸状菌の一種アカパンカビ (*Neurospora*) で、新種の低分子 RNA が同定された。Argonaute タンパク質 QDE-2 と結合することから qiRNA と名づけられたこの RNA は、QDE-2 と同様に、DNA 損傷に応じて出現する。長さは約 20 ヌクレオチドと、アカパンカビ siRNA よりはやや短い。アカパンカビ RNAi 変異体は DNA 損傷に対する感受性が高いことから、qiRNA がタンパク質の翻訳の阻害因子として DNA 修復にかかわっていることが示唆される。

Letter p.274 参照

ワット当たりほぼ 70 ルーメンの明るさをもつ蛍光灯などの既存技術と同等の効率が必要されるだろう。今回、内部量子効率の高い新発光層構造と、取り出し効率を向上させるために高屈折率ガラス基板とを用いた OLED で、実際にワット当たり 90 ルーメンという値が達成された。

Letter p.234, Abstracts p.138 参照

医学: 世界の見方が違っている

A different view of the world

ヒトの乳児は誕生の数日以内に、非生物学的な動きよりも生き物のような動きのほうを選んで目を向けるようになるが、この能力はほかの多くの動物種にも共通している。今回、自閉症の 2 歳児に関する研究で、こうした子どもは生き物のような動きをする光点表示 (「いないいないばあ」のような単純なゲームをしている人のように活発に動く光点の集まり) には目を向けないが、自閉症の徴候を示さない子どもが無視するような別の特徴のほうに興味を示すことがわかった。この行動上の違いは、自閉症の脳の機能的変化を反映している可能性があり、自閉症者にみられる社会的相互作用の問題につながっているかもしれない。

Letter p.257, Making the paper p.138 参照

考古: 最古の女性像

An early view of womanhood

「ホーレフェルスのビーナス」は、性的特徴が異様なまでに誇張された高さ 5 センチメートルの女性小立像で、3 万 5000 年以上前にマンモスの牙を彫って作られた。このビーナス像は、2008 年 9 月に、ドイツ南西部のホーレフェルス洞窟で、層序のはっきりした厚いオーリニャック堆積層の底部から、6 つの断片に分かれた形で発見された。今回のビーナスは、グラベット文化に属する有名な「ビーナス像群」よりも 5000 年古く、知られているかぎりでは最古の造形芸術品と考えられる。

Letter p.248, N&V p.176 参照



医学: トリパノソーマの分化

Trypanosome differentiation

睡眠病の病原体であるトリパノソーマ・ブルセイ (*Trypanosoma brucei*) は、ほかの多くの寄生生物と同様に、昆虫と哺乳類宿主がかかわる複雑な生活環をもっている。ヒトの血液中で生活する段階からツェツェバエ中で生活する段階への分化には、低温とクエン酸 (あるいは *cis*-アコニット酸) という 2 つのシグナルが必要であることはずっと以前から知られていたが、これらのシグナルが受容される機構は明らかではなかった。今回、トリパノソーマの分化に必要な環境シグナルを伝達する細胞表面分子が、トリパノソーマのカルボン酸輸送体ファミリーの PAD であることが明らかとなった。血流型のトリパノソーマのうち伝播可能な「stumpy (ずんぐり)」型はほっそりした型より頑丈で分化能をもつが、PAD タンパク質をもっているのがこの stumpy 型であることは重要である。

Article p.213, N&V p.175 参照

宇宙: 惑星形成一ちりからできた結晶

Crystals from the dust

原始惑星系円盤は、太陽系の前駆天体であると考えられており、星間ガスと星間塵の雲で、主に非晶質のケイ酸塩粒子からなる。にもかかわらず、初期太陽系由来の彗星や隕石中に見つかる粒子や、若い恒星のスペクトルから存在が示される粒子の多くは、1000 ケルビン以上の温度でアニールや凝縮を経たにちがいない大きな結晶質粒子である。だが、これらの粒子は、このような加熱を一度も受けたことがない物質によ

り取り囲まれている。この一見矛盾した現象については、何度も理論化が試みられてきた。Ábrahám たちは、若い太陽類似星であるおおかみ座 EX 星 (EX Lupi) のアウトバースト (突然の増光) 時のスペクトル中の中赤外波長域の構造を報告し、これを結晶質フォルステライトに帰属している。これらの構造は、EX Lupi の最近起こったアウトバースト以前にはみられなかったものだ。つまりこれは、天体での結晶形成を直接的に観測した初めての例である可能性がある。恒星のアウトバーストからの熱によるアニールは、原始惑星系円盤について今まで考えられたことのない結晶化過程である。一方、D Vinković は、結晶が生じる可能性のある別の新しい機構を提案している。原始惑星系円盤から生じる赤外光は理論上、1 マイクロメートルよりも大きい粒子を円盤内側から打ち上げることが可能で、このような粒子は円盤上を滑っていく間に恒星の輻射圧によって外向きに押し出される。粒子は、一定の粒子サイズと固体密度を支えるのに十分な赤外線輻射圧を作り出すことのできない低温の円盤領域に至ると再び円盤内に戻るというのだ。

Letters pp.224, 227, N&V p.173 参照

工学: 高効率白色発光ダイオード

The white light of technology

有機材料を利用した発光ダイオードは OLED とよばれ、照明やディスプレイに向けた技術として浮上しつつある。白色 OLED の性能が向上すれば、例えば大面積照明光源などに使える可能性がある。それには、