



Volume 465
Number 7298
2010年6月3日号



リスク分散：個体群の多様性は漁業の回復力を後押しする SPREADING THE RISK: Population diversity boosts fishery resilience

生態系の安定性における種の多様性の役割は広く認められているが、種内の集団の多様性は見過ごされることが多い。ブリストル湾（米国アラスカ州）の河川に回帰するベニザケの50年以上にわたるデータの分析により、いわゆる「ポートフォリオ効果」（金融市場のリスク分散との類似から命名された）がどの程度重要であるのかが明らかにされた。米国のベニザケ漁は重要な産業で、国内漁獲量の60%以上をこの地域が占める。このベニザケは数百の別々の個体群から成り立っているが、このことが、観察される個体数変動を、単一の均質な個体群を仮定した場合のほぼ半分に抑えている。数値モデルよれば、もし均質だったら、放棄していたはずの漁場は10倍になるという。また漁業管理に関しては、遺伝的多様性を維持するため、孵化場による均質化の影響を最小限に抑え、過剰な多系統混獲漁法から弱い系統を優先的に保護すべきだという。

る。今回、その理由と思われるものが、モデル生物である線虫（*Caenorhabditis elegans*）を使った研究で見つかった。p53を介したアポトーシス（細胞の自殺）は本来、DNAが損傷を受けた生殖細胞ががん化するのを防いでいるのだが、HIF α はこのアポトーシス過程を阻害していることがわかった。意外にも、HIFは2つのニューロンでのみ働いていて、線虫のほかの多くの細胞で細胞死を阻害するチロシナーゼTYR-2を上方制御する。この経路は腫瘍細胞でも働いており、メラノーマ細胞でTYR-2のホモログであるTRP2をノックダウンするとアポトーシスが増加する。土の中をはい回っている線虫にとって、生殖細胞を自己破壊から守ることは命を守ることになるだろうが、腫瘍中でこの経路が活性化された場合は致命的な結果になりかねない。TRP2は有望な治療標的となるかもしれない。

教育：指導者としての範を垂れる



Leading by example

大学などで指導者（メンター）が後進の将来の成功に影響を及ぼすことは明らかであるが、後進の将来の指導者としての力量や職業選択に対して、指導者がどれだけの影響を与えるかは不明である。1637年以降の数学者11万4666人の経歴を追跡している「数学者の系譜プロジェクト」の記録からは、このような疑問に取り組むのに十分なデータが得られる。Malmgrenたちは今回このデータを解析し、大学の数学研究者の仕事上の成功と指導した後進の人数とが相関していること、教え子の少ない指導者の後進が、予測を大きく上回る数の教え子を育てることなどを明らかにした。

進化：形態を変えていくトカゲたち

Shape-shifting lizards

自然選択を実験的に検証した事例は少ないが、それは、選択の対象に関する予測ができるほど十分に解明されている系がほとんどないためである。しかし、カリブ海にある西インド諸島のアノールトカゲ類は例外だ。数十年に及ぶ研究

により、これらのトカゲでは、選択の対象（体サイズ、肢の長さ）と作用因子（競争、捕食）に関して正確に予測されている。今回 R Calsbeek と R Cox は、6つの小島でアノールトカゲの大規模な個体数操作を行い、捕食者である鳥やヘビの有無を島によって変えて、自然選択を検証した。捕食者の存在はトカゲの行動に影響を及ぼしたが、個体群密度の増大は大きな体サイズ、長い肢、持久力の増加に対して有利に働いた。これらのトカゲの進化がどう進むかには、捕食よりも種内競争のほうが重要ようだ。

細胞：低酸素は細胞の生存を助ける

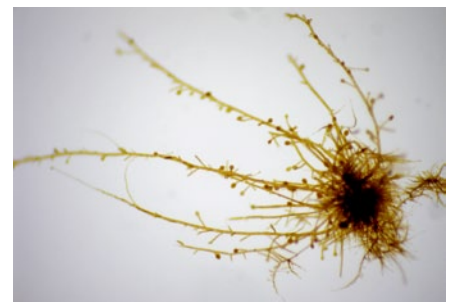
Low oxygen aids cell survival

細胞は、低酸素条件下でも生き残れるように働く巧妙な反応機構を進化させてきており、この機構は低酸素誘導因子（HIF）として知られる転写複合体が主として制御している。がん細胞も腫瘍微小環境に適応するのにHIFを使っていて、固形腫瘍のほとんどの細胞ではHIF α の濃度が上昇しているが、その理由とはよくわかっていない。しかし、これは患者の予後の悪さと相関してい

遺伝：褐藻類のゲノム

A brown algae genome

褐藻類のモデル生物であるシオミドロ（*Ectocarpus*）のゲノム塩基配列が解読された。褐藻類は複雑な光合成生物であり、岩礁海岸という環境での生活に適応している。ゲノムの分析により、この適応の謎を解く手がかりが得られるとともに、集光装置遺伝子と色素合成遺伝子の巨大な集合、およびハロゲン化物代謝などの新たな代謝プロセスが見つかった。比較ゲノミクス分析からは、受容体キナーゼファミリーの1つとその関連分子が、動植物および褐藻類の多細胞性の進化におそらく重要であったことが明らかになった。



培養下のシオミドロ。



Volume 465
Number 7299
2010年6月10日号



試験管の中の病気モデル：LEOPARD 症候群の心筋症を再現する iPS 細胞モデル

A DISEASE IN VITRO: iPS cell model echoes cardiomyopathy in LEOPARD syndrome

患者特異的 iPS 細胞は、遺伝性疾患のモデル化や、そうした病気の患者に対する新しい治療法の開発に重要であると考えられている。今回、皮膚病変、心臓異常および難聴を特徴とするまれな発達障害である「LEOPARD」症候群の患者から、核の再プログラム化によって iPS 細胞株が作出された。この症候群の子どもでは 90% に心肥大がみられるのだが、LEOPARD 由来 iPS 細胞から生じた心筋細胞はこの疾患の特徴に類似した肥大特性をもっている。再プログラム化された細胞は、さまざまなシグナル伝達経路の要素に大きな変化がみられるという特徴を示し、心肥大との関連がこれまでにいくつか報告されている RAS-MAPK もその中に含まれている。これらの細胞株とロバストな分化プロトコルを組み合わせることで、疾患細胞表現型を回復させる化合物の同定が可能になるかもしれない。

神経：fMRI スキャンが「使える」わけ

Why fMRI scanning works

機能的核磁気共鳴画像法 (fMRI) は、特定の作業や行動の際に脳のどの領域が活動しているかを調べるのに広く使われている。だが、fMRI 法で検出する BOLD (血中酸素濃度依存的) シグナルの発生源や解釈については、いろいろと論争が続いている。今回、fMRI と光遺伝学とを組み合わせることで、ラットの脳の一群の興奮性ニューロンが BOLD シグナルの発生源となっていることが同定された。

宇宙：環から生まれた衛星

Ring-derived moons

土星の小衛星の集団は、巨大惑星の普通の衛星とは際立って対照的である。土星のエンセラダスや木星のエウロパといった衛星は、親惑星の赤道面上を周回していて、惑星とだいたい同じ時期、45 億年前に集積を終えたと考えられている。一方、土星の氷の小衛星はずっと若く、1000 万年前以降に形成され、そのスペクトルは主環のものに似ているため、環の縁での集積によって形成されたと考えられてきた。新たに行われた土

星系の連成数値シミュレーションはこの考えを裏付けており、土星から 14 万キロメートルの距離のロシュ限界 (これより離れると環が重力的に不安定になる) より遠くへの土星主環の粘性拡散によって、こうした小衛星が形成されたことを示唆している。これらの衛星が形成された後、環の縁は内側に移動した。

医学：乳腺幹細胞を制御する

Mammary stem cell control

卵巣ホルモンのエストロゲンおよびプロゲステロンは、思春期の始まりから閉経期までの間、乳腺で複雑な一連の相互作用をし続ける。乳腺でのこうしたホルモン変動の多くは細胞増殖と関連があり、異常が生じた場合には乳がんを発生させる可能性がある。今回、マウスの乳腺幹細胞 (MaSC) の機能にエストロゲンおよびプロゲステロンが及ぼす作用を調べた 2 つの研究が、共に MaSC がステロイドホルモンシグナル伝達に高い応答性を示すことを明らかにした。卵巣摘出または遮断薬によって両方のホルモンを作れなくした未交尾マウスでは、MaSC の数が減少するが、エストロゲンおよびプロゲステロンの投与によ

て増加することがわかった。両グループとも、RANKL がプロゲステロンに対する MaSC の応答を仲介していると考えている。RANKL はプロゲステロンの作用標的の 1 つで、骨のリモデリングや乳腺の形成に関与している。

遺伝：ダウン症とがんの関連

The Down's cancer link

ダウン症候群は第 21 染色体が 1 本余分にある、トリソミーとして知られる状態が原因で起こるが、この遺伝疾患ではある種の腫瘍の増殖が抑えられることが知られている。ダウン症候群のマウスモデルの研究で、4 つの遺伝子の過剰発現により腫瘍血管形成が抑制されるという抗腫瘍機構が示された。遺伝子のうちの 2 つは抗血管形成遺伝子だろうと考えられている ADAMTS1 と ERG で、残る 2 つはこれまで血管形成とは関連付けられていなかった新規の内皮細胞特異的遺伝子 JAM-B と PTTG1IP である。

生態：生き残った小型哺乳類

Small-mammal survivors

約 1 万年前の更新世末期に起こった大型哺乳類の世界的消滅は議論的になることが多く、よく知られている。これらの哺乳類は、人類による大量殺りくの犠牲になったのだろうか。それとも、気候変動の巻き添えになったのだろうか。また一方で、げっ歯類や食虫類などの、もっと小さい哺乳類はどうだろうか。これらは大型動物相よりも広汎な化石記録が残されていることが多く、しかも、ヒトによる狩猟の対象になることは少ない。今回、カリフォルニア北部の地層にみられる豊かな小型哺乳動物相の研究により、小型哺乳類は大型哺乳類に比べて、更新世から完新世への移行で絶滅した可能性が非常に低いことがわかった。その代わりに、多様性や均質性は影響を受け、個体数の少ない種が一層希少化し、餌や生息域をあまり選ばない「雑草のようになくましい」種はより広くみられるようになった。



Volume 465
Number 7300
2010年6月17日号



有能さの評価基準：研究者のキャリアを決定する数値

MEASURING UP?: The metrics that shape your career

現代の研究者は、数値化した基準で業績を評価されることに慣らされている。「科学の数値評価」は1960年代の「科学論文引用度指数」の導入によって始まり、それ以来、さまざまな評価法が試みられてきた。数値化される側は数値評価が広範に利用されていると考えているようだが、果たして本当にそれほど広く利用されているのだろうか。Nature 読者アンケートと世界各地の研究機関を対象に行った調査から、複雑な図式が明らかになった。多くの研究者は、研究機関が「納得しにくい」数値評価を信頼しすぎていると感じているが、管理者の多くは、個人の推薦といった伝統的方法のほうが、数値的な指標に概して勝ると考えている。すべての数値評価テストが同じというわけではないが、改善されていけば、おそらく旧式の評価法に取って代わるだろう。

宇宙：KBO 55636 を見直す



A second look at KBO 55636

カイパーベルト天体 (KBO) は氷を主成分とする小天体で、太陽系の海王星より遠くを周回しており、観測が難しい。星食を起こしている KBO が時おり見つけられ、そうした際には構造関連のデータが得られて、いくつかの性質が推測されることがある。しかし、水と氷が豊富なハウメア衝突天体族の仲間である KBO 55636 が関与した 2009 年 10 月 9 日の星食は、KBO の観測天文学を新たな段階へと導く大きな出来事だった。明るい KBO を数年間追跡した結果、間近に迫った食が予測できるようになり、多数の望遠鏡を食の起こる方向に向けることが可能になった。天気急変などの観測上の障害が起きたにもかかわらず、別々の場所にある複数 (実際は 2 基) の望遠鏡で観測が行われた。連動して得られた、視角の異なる 2 つの画像を使って、より正確な形状を算出したところ、KBO 55636 の平均半径は 143 ± 5 キロメートル、幾何学的アルベドは V バンドで約 0.9 となった。これにより、この天体が従来考えられていたより小さく、その母天体のように反射率が非常に高いことが明らかになった。力学的年齢からは、KBO 55636 では活発な表面更新機構が働いているか、あ

るいは、太陽系の外縁では新鮮な水氷が数十億年にわたって存在可能であることが示唆されている。

細胞：終止コドンがタンパク質合成を終わらせる仕組み

How stop codons stop mRNA

細菌では、タンパク質合成は極めて正確な終わり方をする。mRNA 上の終止コドンに、アミノ酸を結合した tRNA ではなく、終結因子の RF1 か RF2 が結合すると、新生タンパク質が遊離する。最近、いくつかの終結複合体の結晶構造が発表されたことで、終止コドンの読み取りのエネルギー論的性質を数値解析して、終結因子結合の高い精度がどこに起因するのかを突き止めることが可能になった。14 種の終結複合体の分子動力学シミュレーションにより、終止コドンの読み取りがこれまで未解明だったいくつかの相互作用や認識スイッチによって成り立っていること、さらに、これはトリペプチドアンチコドンの「tRNA 擬態」モデルでは説明できないことが明らかになった。

物性：磁気電気スカーミオン

Magnetoelectric skyrmions

スカーミオンは、粒子のような特性をもつ安定なトポロジカルな構造であり、もともとは核子を記述するために作られ

た数学的概念である。しかしこの 10 年間で、ミクロの世界から宇宙までの全スケールで、スカーミオンという概念が使われるようになった。また、スカーミオンは、磁性体における新規スピン構造の記述に特に有用であることが明らかになった。そして昨年、磁性化合物 MnSi と $\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x\text{Si}$ にスカーミオンが存在することが、中性子散乱実験で確認された。今回、Yu たちは透過電子顕微鏡を用いて、 $\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x\text{Si}$ で渦巻き状のスピン構造が六角形配列している二次元スカーミオン格子の印象的な実空間画像を得たことを報告している。格子は、幅広い温度・磁場領域にわたって安定であることが示された。Yu たちは、観測されたナノメートルスケールのスピントポロジーが、新しく興味深い磁気電気効果につながるかもしれないと考えている。

進化：低速レーンに乗るタンパク質

Proteins in the slow lane

タンパク質の進化がゆっくりとしか起こらないのは、アミノ酸置換はほとんどが有害となるので、機能を保存する方向に選択が働いたためらしい。I Povolotskaya と F Kondrashov は、地球上のあらゆる生物の最終共通祖先 (LUCA) に存在した、太古からあって現存しているタンパク質のアミノ酸配列が、これまでどの程度ゆっくり分岐を続けているかを明らかにしようと試みた。計算は、エドウィン・ハッブルが宇宙における銀河の後退の研究で用いた手法を使って行われ、現存するタンパク質の配列は今でも互いに距離を広げつつある、すなわち共通の祖先から離れつつあることが示唆された。分岐の速度は非常に遅く、LUCA の時代以降の約 35 億年程度の年月では、配列分岐の限界に達するには不十分だった。これほど遅いのは、機能をもつタンパク質配列が「配列空間」内にまばらにしか存在しないことと、タンパク質の適応度地形に耐久性があることの結果である。つまり、任意の時点でアミノ酸の置換を受容できない部位は 98% であるが、ほかの代償的な変化が起これば大多数の部位は最終的に進化が許容される可能性がある。



Volume 465
Number 7301
2010年6月24日号



光の捕捉：固体量子メモリーから光子を効率よく取り出す

CATCHING THE LIGHT: Efficient recall of photons from a solid quantum memory

未来の量子コンピューターと通信ネットワークには、光の量子的性質を効率よく蓄積し、取り出せるメモリーデバイスが必要だと考えられる。以前に実証された量子メモリーは、記憶媒体に原子蒸気を使い、弱い入力で、効率は20%以下であった。今回、M Hedges たちは、オルトケイ酸イットリウム単結晶中のプラセオジウムイオンに蓄積した光を使った固体量子メモリーを報告している。全体としての効率は69%に達し、比較的明るい光の場合でも、光子の数分の1以内という正確さが得られた。結晶材料に改良を加えれば、この手法は量子情報技術の実際的な応用につながるものとなりそうだ。

遺伝：偽遺伝子の役割

A role for pseudogenes

マイクロRNA (miRNA) は、標的のメッセンジャーRNA (mRNA) にある不完全ながら相補的な塩基配列と相互作用して、遺伝子発現を調節することが知られている。しかしその逆、つまり mRNA の発現が miRNA の分布に影響されることはないのだろうか。最新の研究で、腫瘍抑制遺伝子の偽遺伝子である *PTENP1* の3'非翻訳領域が、これと関連するタンパク質コード遺伝子である *PTEN* が結合するのと同じ miRNA と結合することが明らかになった。これは、偽遺伝子が生物学的な「おとり」としての機能を持ち、miRNA を隔離して、発現される遺伝子に対する miRNA の調節に影響を与えている可能性を示唆している。

化学：新しいアミド合成方法

New route to amides

アミド結合は、天然のペプチドやタンパク質の主鎖として至るところにあり、多くの治療用小分子の中にも存在する。実験室でのアミド結合の従来の合成法は、主として脱水法を使っており、炭素-窒素結合の形成中に、炭素は求電子的、窒素は求核的性質を保持する。今回 Shen たちは、ヨードニウムによるアミンとニトロアルカンの活性化を通して反応物の極性が逆転する(極性転換として知られる)、新しいアミド合成方



法について報告している。この方法には、利便性や、さまざまな出発化合物の入手のしやすさなど、現在の方法に勝るいくつかの利点があることから、ペプチドやアミド含有小分子の高効率エナント選択的合成手段として発展する可能性がある。

宇宙：ホットジュピターの重さを量る

A hot Jupiter weighs in

既知の太陽系外惑星の大部分は、視線速度法を使い、周囲を回る惑星が引き起こす親星の「揺れ」を測定して発見されたものだ。惑星の軌道速度を決定できれば、モデルに依存したり、余分な仮定をしたりせずに、親星と惑星の両方の質量を求めることができる。今回、よく研究されている「ホットジュピター」HD 209458b で、この惑星が親星と地球の間を横切る際に、一酸化炭素の吸収線が示すドップラー偏移の変化を分光測定することにより、これに成功した。親星の質量は太陽質量の 1.00 ± 0.22 倍、惑星の質量は木星質量の 0.64 ± 0.09 倍である。また、親星の速度に対



して一酸化炭素のシグナルが青方偏移していることから、惑星の高高度領域では、親星に照らされている昼側から、照らされていない夜側に向けて強い風が吹いていることが明らかになった。

神経：神経活動の司令塔

A centre for neural control

個々の神経繊維の基部にある軸索起始部 (AIS) はナトリウムチャンネルが多数集まっていて、軸索に沿って伝播していく活動電位が発生する部位であり、神経科学者の大きな関心を集めている。神経信号の発生源であることから、ここが神経活動を調節する場であるのは理にかなっているように思われる。今回2つの論文により、AIS が内因性の神経可塑性の発生源であることが確認された。M Grubb らは、培養海馬ニューロンで、電気活動が可逆的に AIS の位置を変化させることを示した。その結果として生じる内因性の興奮性増加は、発段階の神経の興奮性を微調整しており、この部位はてんかん治療の標的として有望であろうと著者たちは考えている。一方、久場博司 (京都大学) たちは、鳥の音刺激が欠乏している聴覚ニューロンで AIS のサイズが増大することを示している。この場合も内因性の興奮性が上昇し、これはおそらく聴覚経路の維持に寄与していると考えられる。このような神経可塑性は、一部の聴力損失の回復に有効かもしれない。

||||||| ネイチャーからのご案内 |||||

nature video

Web: 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

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)