



Volume 463
Number 7283
2010年2月18日号

南部アフリカ人のゲノム：最も古い現生人類系統にみられる遺伝的変動

SOUTHERN AFRICAN GENOMES: Genetic variance in the oldest known modern human lineage

ナミビアのカラハリ砂漠に古くから住む狩猟採集民 1 人と、アフリカ南部に住むバントゥー族 1 人の完全ゲノム塩基配列が解読された。また、同じくカラハリ砂漠に住む別の狩猟採集民集団 3 つからの各 1 人についてタンパク質コード領域も解読された。現生人類の中で、知られるかぎりおそらく最も古いとされる系統について遺伝的変動が解析されたことは、ヒトの多様性の解明に役立ち、医学ゲノミクス研究に南部アフリカ人を含めることが促されるだろう。このデータから最初に明らかになったことの 1 つは、ヌクレオチド置換という点で、典型的なアジア人とヨーロッパ人との間に比べて、南部アフリカ人たちは互いの間での違いが大きという事実である。推論に過ぎないが、これらのゲノムと既存のヒトゲノムデータとの差異は、農耕生活への遺伝的適応を示している可能性もある。

動物生理：骨からみる反響定位

A bone of echolocation

コウモリは高度に特殊化した哺乳類で、すべて飛翔能力をもち、多くが反響定位によって意思疎通や捕食を行う。原始的な化石コウモリ *Onychonycteris finneyi* は、これまでの研究で、飛ぶことはできたものの反響定位を行う能力はもっていなかったと考えられていた。しかし今回、コウモリ 26 種をマイクロ CT で調べた研究により、喉頭部で生じるクリック音を利用して反響定位を行うコウモリでは、咽喉の茎突舌骨が頭蓋の耳部にある鼓室小骨に連結していることが明らかになった。*Onychonycteris* にはこの状態が認められ、コウモリの初期進化で飛翔および反響定位が始まった時期およびその起源に関する基本的な疑問が再び提起されることになった。

遺伝：さらに進歩するがんゲノミクス

Cancer genomics refined

しだいに実体が見えてきたがんゲノムに関して、今回、2 つの研究グループが重要なデータセットを追加した。Bignell たちは、公開されている 746 種のがん

細胞株を使って、多数のホモ接合性遺伝子欠失について解析を行った。同じ遺伝子群のヘミ接合性欠失の情報をこのデータと組み合わせたと、がんに見つかった多くの欠失は、欠失によって選択的増殖優位性を獲得する劣性がん遺伝子ではなく、ゲノム内の脆弱部位に遺伝子が位置していたことを表すことが示唆された。また Beroukhim たちは、ヒト原発性がんの 3000 を超える検体について、体細胞性コピー数変化に関する過去最大のデータセットを報告している。多くのコピー数変化は、複数種の腫瘍に共通している。機能研究からは、多くのがんでみられる増幅に関連するアポトーシス遺伝子 *MCL1* および *BCL2L1* の、発がんにおける役割が明らかにされている。

地球：初期の複雑な生命体

Early, complex life

始生代初期の頁岩とシルト岩堆積物中で、かなり大きな細胞様の構造が見つかった。このことは、非常に古い時代の地球に多様な生物が生息し栄えていたことの、さらなる証拠となる。この時

代の化石だとする主張に対しては異論が出される場合が多いが、それは、非生物的過程によって、生物様の微細構造や生物の遺骸にみられるものによく似た化学的特徴が生じることがあるからである。そのため、このような微細構造については、非生物起源の可能性を排除するために大きな努力がなされてきた。今回の構造はこうした厳しい検証もクリアしており、約 32 億年前の地球の初期海洋で、太陽光の届く浅瀬に生息していたことが以前に報告されている微生物マットと共棲していた大型微生物に由来する、有機物の壁をもつ微化石だと考えられる。

脳：上手に歌うための構造変化

Growing for a song

脳の構造的変化と知覚体験の間に相関があることは、これまで研究で実証されているが、学習に伴って同様の変化が起こるかどうかはまだわかっていなかった。今回、成鳥のさえざりパターンを学習中の若いキンカチョウで、歌制御神経核 HVC（高次発声中枢）の個々のニューロンを高分解能二光子 *in vivo* イメージングにより調べた結果、学習時にもそうした変化が起こっていることが示唆された。こうしたキンカチョウの HVC では、さえざり学習後 24 時間以内に、通常絶えず変化している樹状突起棘が拡大して安定化し、シナプス活動が強化されるのである。



PAINTED BY JOHN HOLDWAY, JR.



Volume 463
Number 7284
2010年2月25日号

気候変動の気配：鮮新世初期には熱帯性低気圧が永続的なエルニーニョ類似状態を維持していた

WINDS OF CLIMATE CHANGE: Tropical cyclones maintained permanent El Niño-like conditions in the early Pliocene

地質学的過去において、鮮新世初期（500万～300万年前）は、現在の地球温暖化と最もよく似た環境であったと考えられている期間である。古気候データは、エルニーニョに似た状態が持続し、熱帯太平洋全体にわたって海面水温がほぼ一定であったことを示唆している。A Fedorov たちは、結合気候モデルとハリケーンモデルを使って、この時代にはハリケーンが頻発し、現在はほぼ全くハリケーンが発生していない中部太平洋でその数が特に多く、このハリケーン活動が東部赤道太平洋の水温上昇を3℃程度増強して、それがさらにハリケーンの発生頻度を増加させてきた可能性を示している。

地球：海底の微生物ナノワイヤー網

Down through the wire

微生物の中には、いわゆる「微生物ナノワイヤー」または電子伝達仲介物質により、細胞外電子伝達を行えるものがある。今回、こうした細胞外電子伝達が、海洋堆積物中でセンチメートル規模で離れた化合物の酸化を可能にする重要な過程である可能性が示唆された。藻類の死骸や動物の糞は海洋堆積物中に埋没し、微生物にとってよい食物資源となるが、堆積物表面から数ミリメートル以上深いところでは酸素がなくなるため、こうした資源の利用は制限される。デンマークのオルフス沖の海底で得られた堆積物試料を研究した結果、微生物は細胞間で電子伝達を行い分業を確立することで、この障害を克服していることが明らかになった。堆積物表面にいる細胞は、群集全体の細胞をまかなうのに十分な酸素を利用し、深いところにいる細胞は群集全体をまかなうための栄養を確保しているのである。

材料：輝かしいドーピング技術

A shining example of doping

多くの工学材料では、微量の不純物元素を導入して意図的に「ドーピング」を行い、新しい特性や有用な特性をもたせている。半導体のドーピングはその典型的な例である。F Wang たちは、ラン

タニドローピングを用いて NaYF₄ ナノ結晶の成長を制御し、得られる材料のサイズ、結晶相、光学特性を同時に調節できる系について報告している。これらの研究結果によって、ドーピングによる構造変化の解明が進み、多数の用途向けの発光ナノ結晶を制御合成する直接的手段が得られる。

医学：喘息でのスフィンゴ脂質の役割

Sphingolipids in asthma

スフィンゴ脂質と、その生合成中間体であるセラミド、スフィンゴシンなどは、細胞増殖、膜輸送や炎症などの重要な細胞過程にかかわっている。最近の遺伝学研究では、ORMDL3 遺伝子近傍の変異が小児喘息と関連付けられた。今回、酵母細胞の機能ゲノミクス研究で、Orm タンパク質がスフィンゴ脂質の恒常性にかかわっており、この制御に変化が生じると、スフィンゴ脂質産生の誤調節と毒性代謝産物の蓄積が起こることが示された。この結果は、スフィンゴ脂質の誤調節が喘息の発症に直接的に関与する可能性を示唆している。

系統分類：節足動物の世界

The world of arthropods

節足動物の分類群間における進化上の類縁関係を巡っては、長い間、論争が続いてきた。今回、節足動物の主要系

統すべての代表的な種を含む75種について、4万1000塩基以上にわたるDNA領域の解析に基づく新しい系統発生学研究が行われたことで、この問題の統一見解に至る道が開けそうだ。この解析データから、昆虫が陸生甲殻類であること、甲殻類が結局は3系統の節足動物からなる多様な集団であること、多足類（ヤスデ類とムカデ類）がこの巨大な「汎甲殻類」の最も近い親類であることが裏付けられた。

古生物：赤毛の恐竜

Ginger group dinosaurs

中国の白亜紀熱河層群堆積層から保存状態のすばらしい「羽毛恐竜」化石が次々に発見され、恐竜および初期鳥類の進化と多様性に関する考え方が大きく変化した。はっきりと羽毛の形をしていない構造物の一部は、実は皮膚の下にあったコラーゲン繊維なのではないかとも考えられていた。Zhang たちは今回、そうした構造物の内部にメラノソーム（羽毛に色を着ける、色素を含む細胞内構造）の存在を確認することにより、その仮説を否定している。研究チームは、シノサウロプテリクスなどの恐竜がもつこうした羽毛様構造物が、実際に羽毛と類似していることを示すだけでなく、体色についても根拠のある推測を行うことができた。これらの恐竜の体色は、赤褐色ないし橙褐色だったと考えられる。





Volume 464
Number 7285
2010年3月4日号

我々がもつもう1つのゲノム：ヒト腸内微生物叢の遺伝子カタログ

OUR OTHER GENOME: A gene catalogue of the human gut microbiome

人体は推定 100 兆個の微生物細胞を棲まわせているが、その大部分は腸に存在し、ヒトの生理と栄養摂取に大きな影響を及ぼしており、現在ではそれがヒトの生命に極めて重要だと考えられている。腸内微生物は、食物からのエネルギーの取り込みにかかわっており、腸内微生物叢の変化は、腸疾患や肥満と関係している可能性がある。今回、国際 MetaHIT (Metagenomics of the Human Intestinal Tract ; ヒト腸管メタゲノミクス) プロジェクトが、デンマークおよびスペイン在住の 124 例の健常、過体重および肥満の成人、それに炎症性疾患患者に由来するヒト腸内微生物叢の遺伝子カタログを発表した。このデータから、ヒトの全遺伝子の 150 倍以上に相当するこの遺伝子セットに関する最初の手がかりが得られ、遺伝子群はすべての被験者間でほぼ共通であることが明らかになった。この遺伝子セットがコードする機能の多様性に基づき、最小限の腸内メタゲノムおよび最小限の腸内細菌ゲノムの双方が定義された。

材料：有機超伝導体

Superconductors go organic

新しい高温超伝導体の発見が続いている。なかでも最新の注目すべき発見は鉄ヒ化物である。しかし、新たな有機超伝導体は、過去 10 年間発見されていない。今回、岡山大学の久保園芳博たちは、カリウムあるいはルビジウムをドーピングした単純な炭化水素分子の結晶で、最高 18 ケルビンの温度で超伝導を発見したことを報告している。この新しい超伝導化合物のベースとなっているのは、5 つのベンゼン環が互いに辺を共有しているピセン ($C_{22}H_{14}$) という分子である。これは結晶化すると、分子が規則正しく並んだ固体となる。本来これは半導体材料なのだが、結晶格子へのアルカリ金属のインターカレーション (挿入) により、金属的挙動や超伝導が生じる。今回、カリウムをドーピングしたピセンで、18 ケルビンという T_c が得られた。これは有機超伝導体にしては高い値であり、これ以上の T_c が得られるのは、アルカリ金属をドーピングした C_{60} だけである。ピセンは、多数存在する縮

合ベンゼン環系分子の 1 つであるため、これ以外の超伝導炭化水素も見つかるかもしれない。

医学：ミトコンドリアの反乱

Mitochondrial revolt

ミトコンドリアは細胞内共生細菌の子孫であり、真核細胞に受け入れられて数百万年の共進化を経た現在では、宿主細胞に仕える小器官となっている。しかし、生命が危ぶまれるような事態になると、この関係に亀裂が生じるようだ。重い外傷を負った患者の血漿サンプルの分析から、組織が損傷すると、ミトコンドリアの DAMP (ダメージ関連分子パターン) が血中へと放出され、そこで特異的なホルミルペプチド受容体を介して好中球を活性化することが明らかになった。これにより、全身性炎症や組織の損傷、敗血症に似た症状が引き起こされる。侵入してくる微生物の発現する PAMP (病原体関連分子パターン) という分子群に対する自然免疫応答は細菌性敗血症の原因となるが、DAMP はこういう免疫応答の一部を担っている受容

体と相互作用する。この知見は、感染が認められない場合でも、重い外傷に関連してよくみられる敗血症に似た症状の説明になるかもしれない。

細胞：蚊が匂いを選び出す仕組み

Mosquito's scent picking

疾患を媒介する昆虫の多くは、宿主のありかを探るのに匂いの認識を使っているが、その分子過程はほとんどわかっていない。今回、サハラ以南のアフリカでの主要なマラリア媒介動物であるハマダラカ的一种 *Anopheles gambiae* の匂い受容体タンパク質の全レパートリーが、内在性の匂い受容体を欠く遺伝子組み換えショウジョウバエ (*Drosophila*) という「empty neuron」系を用いて決定された。この受容体のほとんどは、さまざまな匂い物質に反応して広く活性化されるが、一部の受容体はもっと特異性が高く、1 つあるいは少数の匂い物質に反応する。数十種類もの受容体がヒトの汗に含まれる化合物に強く反応するので、こうした受容体は、蚊の宿主探知を妨げたり、おとりの匂いを使ってトラップに追い込んだりする方法による、マラリア蔓延防止策の標的となるだろう。

宇宙：銀河を形作るもの

Galactic building blocks

これまで、現在の矮小銀河の中には金属存在量が極度に少ない星は観測されず、したがって「天の川銀河の周囲を回る古典的な矮小伴銀河は、この銀河の構成要素にはなり得なかった」と考えられてきた。しかし昨年、ちょうこくしつ座の矮小銀河で、極度に金属存在量の少ない星が見つかり、この広く受け入れられてきた考えに疑問が生じていた。今回、問題の星である S1020549 の新たな観測結果から、11 の元素の存在度を示す分光学的パターンが、「ハロー型」の低金属量星に典型的なものであることが示された。このことは、数十億年前に破壊されて天の川銀河のハローを形成したこの系は、基本的には、現在の矮小銀河の前駆天体と少しも違っていないことを示唆している。



Volume 464
Number 7286
2010年3月11日号

開発が難しいエイズワクチン：免疫学的、臨床的、使用における難問

THE ELUSIVE AIDS VACCINE: Immunological, clinical and practical challenges

AIDS/HIV の世界的流行を食い止め、HIV-1 を絶滅させるには、効果の高いワクチンは必須である。しかし、この目標への歩みは遅く、達成を疑う人さえいる。今回 2 つの総説と Opinion で、このワクチンの研究の軌跡を、最新の情報を含めてまとめている。H Virgin と B Walker による総説では、ワクチン作製は可能だが非常に難しいだろうと考えており、免疫学的に未解明のいくつかの問題について概説している。A Haase は、感染の各段階でのワクチンと殺菌剤の併用を主張している。また Opinion では、国際エイズワクチン推進構想の W Koff が、優秀な若手研究者を惹きつけ、企業の関与を確保するように立案された長期計画への投資の増額を求めている。

物性：スピン波でメッセージを伝える

Spinning a message

絶縁体は電気を通さないため、通常は、電気信号の伝送に使用されない。しかし、絶縁体内の電子は、電荷とともにスピンをもっているため、スピン波の形式で信号を伝えることが可能である。東北大学の齊藤英治たちは今回、金属-絶縁体-金属ハイブリッド構造体を開発し、一方の金属層の電気信号が絶縁体層のスピン波に直接変換されることを示した。このスピン波は、次に、もう一つの金属層に伝えられ、そこで信号が電圧として直接回復される。今回の絶縁体における電圧伝送の観測は、絶縁体ベースのスピントロンクスなど、新しい形式の信号伝送の可能性を強めるものである。

大気：対流圏でも起きていた塩素汚染

Chlorine pollution revisited

塩素原子は、フロン的一种であるクロロフルオロカーボンとして成層圏でのオゾン破壊にかかわっていることで悪名が高い。新たな観測結果から、塩素は大気のもっと下の層で、これまで考えられてきたよりも強力な影響を及ぼしているらしいことが示唆された。対流圏に気体状の塩素原子前駆物質が存在するのは、

一般に海洋大気現象によるものだと見なされている。しかし、米国コロラド州ボルダー近郊で行われた測定によって、最も近い海岸から 1400 キロメートル離れている大陸環境条件下で、大気に含まれる塩化ニトリル (CINO₂) が相当量生成されていることが明らかになった。この発見をモデル研究に組み込んでみると、おそらく人為起源の汚染物質から生じる塩化ニトリルの米国本土のみの生成量は、海洋域に対するこれまでの全球の推定値と同等の水準であることが示唆される。

細胞：塩の味

Salt to taste

哺乳動物は高濃度の塩は嫌がる傾向があるが、低濃度のナトリウムには惹き寄せられる。マウスでは、低濃度の塩に惹きつけられる行動はイオンチャネル阻害物質のアミロライドによって遮断できる。今回、味覚受容ニューロンでアミロライドの標的であるナトリウムチャネルの ENaC を遺伝子操作により失わせたマウスでは、塩の感知とナトリウムへの味覚応答の両方が失われていることがわかった。したがって、塩の感知は、甘味、酸味、苦味、うま味というほかの 4 つの味覚と同じく、専用の味覚受容細

胞によって行われていることになる。だが、霊長類でのナトリウム感知はアミロライドの影響を受けないため、今回の結果が、我々人間の塩味を感知する能力とどのように関係するのかはまだわからない。

発生：片身替りの鳥

A bird of two halves

鳥類飼育家の間では昔から知られていることだが、「ハーフサイダー」とよばれる個体が自然に生まれることがたまにある。この個体は羽毛や大きさなどの特徴が驚くほど非対称で、その外見から雌雄モザイクともよばれる。それは、体の一方の側は雄に見え、もう一方の側は雌に見えるからである。哺乳類の性決定モデルでは、胚は遺伝的なスイッチが入って生殖腺(ホルモン生産を行う)の発生が始まるまでは性的に中性だとされ、このモデルがあらゆる脊椎動物に当てはまるものと広く考えられてきた。今回、「ハーフサイダー」のニワトリ 3 羽を用いた研究で、少なくとも鳥類では、性決定は生殖腺だけに依存するのではなく、全身にわたる細胞の性質にもよることが示唆された。「ハーフサイダー」の個体は真性の雄：雌キメラで、同一の生殖腺ホルモン混合物に対して個々の細胞が異なった反応を示すことがわかった。この研究により、これまでほぼ決着がついたと思われていた一般的な性決定と性的発達に関して、疑問が出てきた。



鏡に映った「ハーフサイダー」。左側は雄に、右側は雌に見える。



Volume 464
Number 7287
2010年3月18日号

科学と犯罪捜査

SCIENCE IN COURT

裁判での科学的証拠は現在、ごく普通に使われるものであるが、依然として論争の種となり続けている。昨年、イリノイ州の裁判所で、B Dugan が強姦殺人の罪で死刑判決を受けた。彼は有罪を認めたが、刑の軽減を求めて弁護側が提出した意見によって、この事件は法の歴史に残るものとなった。神経科学者 K Kiehl が、Dugan がサイコパスであることを示唆する機能的磁気共鳴画像化法 (fMRI) のデータを提出し、Dugan に全面的に責任があるわけでない論じたのである。これを発端に、fMRI によって脳の何が明らかになるのかについての論争が続いた。V Hughes は、法医学での神経画像化の重要性について、Kiehl だけでなく、その批判者たちにもインタビューしている。また P Neufeld と B Scheck は、米国政府は商務省内に「法医学科学向上・支援局」を新設し、科学的手法を犯罪捜査に応用する人々や技術について、研究や標準化、免許が必要であると論じている。

細胞：老化が腫瘍を阻止する

Senescence checks tumours

最近の研究で、細胞老化、つまり細胞周期の不可逆的な停止が、*in vitro* での腫瘍増殖を停止させることが示唆されている。今回 H-K Lin たちは、老化を引き起こす新しい経路を見つけた。そこでは、既知の老化メディエーターのほとんどが関与していない。シグナルは、転写因子 Atf6、およびサイクリン依存性キナーゼ阻害因子である p27 と p21 を介して伝えられる。この経路は、発がん性シグナル伝達が起こっているときに、がん原遺伝子 *Skp2* が不活性化されると現れる。薬理的に *Skp2* 複合体を標的とする、細胞老化が誘導されて腫瘍形成が抑制されるので、そのような薬剤は抗がん剤として有効かもしれない。

宇宙：見たことがあるような太陽系外惑星

This exoplanet looks familiar

400 個以上発見されている太陽系外惑星のうち 70 個ほどは、中心星の前面を通過 (トランジット) する惑星である。トランジット現象の利用によって惑星大気の観測が可能になり、さまざまな重要なパラメーターを決定できる。今まで

発見されてきたトランジット系外惑星は非常に短周期の軌道か、もしくは離心軌道をもっていたため、非常に熱いか、あるいは表面温度の極端な変動が起こっているかであった。今回、宇宙望遠鏡 CoRoT によって、太陽系の巨大ガス惑星に似た太陽系外惑星が発見された。CoRoT-9b と名付けられたこの惑星は、太陽類似星の周りの離心率の小さい軌道を周期 95 日で回っており、この軌道は水星の軌道に似ている。表面温度はだいたい $-20 \sim 150^{\circ}\text{C}$ の間であり、その密度から推定すると内部の組成は木星や土星のものに似ているようだ。

医学：RAF は 2 通りのシグナルを出す

Mixed signals from RAF

RAS-RAF-MEK-ERK シグナル伝達経路の異常な活性化は、ヒトの多くのがんの特徴であることから、この経路は抗腫瘍療法の標的として関心を集めている。数種類の RAF あるいは MEK 阻害薬については臨床試験が現在進行中だが、予想外の合併症が出現している。BRAF に選択的に働く阻害剤は、*BRAF* 遺伝子に変異がある黒色腫に治療効果があり、RAF-MEK-ERK シグナル伝達を強力に

抑制するが、*KRAS* 遺伝子に発がん性の変異をもつ腫瘍に対しては効果がない。2つの研究グループが今回、この大きな相違が生じるのは RAF 阻害剤が 2 種類の作用をもつためであり、細胞の状況と RAF の変異状態によって、阻害剤または活性化剤のどちらかとして作用することを報告している。News & Views では K Cichowski と P Jänne が、これらの結果と *Cell* 誌に発表された同様の知見について、機構的、また臨床的なかかわりを考察している。

進化：魚の雄が行う妊娠中絶

An end to male pregnancy

雄性妊娠は、タツノオトシゴやヨウジウオなどのヨウジウオ科魚類にのみ認められるもので、この仲間の魚類では卵が雄の育児嚢の中で育まれる。しかし、卵を育てるこれらの雄は単に受動的な孵卵器の役目をしているだけではないことを、K Paczolt と A Jones が新たな研究で示している。育児嚢は、発生中の卵を育てる複雑な構造体であることが、既に知られている。ところが、育児嚢は卵を育てる一方で、間引きもできるのである。ガルフパイプフィッシュ (*Syngnathus scovelli*) では、雄が魅力的でないと認識した雌の胚を選択的に中絶し、その後には遭遇する可能性のあるもっと有望な候補 (魅力的な雌) のために資源をとっておくことが明らかになった。これは現在のところ、性的役割の逆転した種で交尾後の性的対立が認められた唯一の例である。



ヨウジウオの一種、ガルフパイプフィッシュ (雄)。卵は雄の育児嚢で育てられる。

NICK RATTERMAN



Volume 464
Number 7288
2010年3月25日号

原子を1つずつ分析：個々の元素の位置を明らかにできる環状暗視野電子顕微鏡

ATOM-BY-ATOM ANALYSIS: Elements mapped by annular dark-field electron microscopy

非周期的構造をもつ固体中の個々の原子すべてを解像・同定できる画像化技術があれば、非常に有用な材料分析手段となるだろう。今回 O Krivanek たちは、低電圧動作向けに最適化された収差補正走査型透過電子顕微鏡による環状暗視野 (ADF) 画像化を使うことで、そのような分析を可能にした。この方法により、窒化ホウ素の単層が調べられ、炭素や酸素の不純物原子を含む、個々の原子置換が明らかになった。慎重なデータ解析を行うことで詳細な原子構造地図の作製が可能となり、4種類の原子すべてが解像・特定されている。

材料：「鍵と鍵穴」型自己集合

The key to self-assembly

コロイド粒子を集合させて所定の構造体を形成することで、多くの機能性材料を作製できる。粒子の集合の制御には、互いに認識し合って結合する DNA などの分子を粒子に付けることが多い。しかし、今回の研究では、形状の相補性、つまり「鍵と鍵穴 (lock-and-key)」という認識機構を使うコロイドの組み立てによって、単純で効果的な別の制御機構が得られることが示されている。鍵に相当するのはコロイド球であり、鍵穴に相当するのは球状のくぼみをもつ単分散コロイド粒子である。この2つは、サイズが適合すれば、枯渇相互作用を通して自発的かつ可逆的に結合する。この方式により、フレキシブルな結合でつながれた複雑なコロイド構造体が形成され、コロイド自己集合をプログラムして誘導する、単純だが一般的な手段が得られる。

代謝：起源の古い酸素生成経路

An early route to oxygen

オランダの排水路の淡水性堆積物から分離された微生物で、亜硝酸および硝酸の還元に伴う嫌氣的メタン酸化で酸素を生成するという、今まで知られていなかった経路が発見された。この反応を行う細菌の全ゲノムが組み立てられ、好氣的メタン酸化の遺伝子が含まれることが明らかになった。この細菌は、一

酸化窒素2分子を窒素と酸素に変換することによって亜硝酸を還元し、脱窒中間体として知られる亜酸化窒素を迂回している。この発見は、環境中の窒素およびメタン循環に関係するとともに、太古の地球に窒素酸化物が存在していたことから、酸素発生型光合成の出現以前に微生物が利用できる酸素供給があった可能性を提起している。

生理：静脈からできる動脈

Turning veins into arteries

冠動脈内皮細胞は、体中で医学的に最も重要な細胞の1つだが、その発生の起源は今なお不明である。今回発表された研究は、冠動脈は前心外膜の前駆細胞から形成されるとする一般的なモデルを否定するものだ。マウスと器官培養で、組織解析とクローン解析を組み合わせることで、循環血を胚の心臓に戻す大静脈上の血管新生芽から冠動脈が発生することが示された。この結果は、冠動脈バイパス移植片の作製や心血管再生のための、より自然に近い方法につながると考えられる。

気候：土壌からの二酸化炭素放出量の増加

Soil CO₂ loss increases

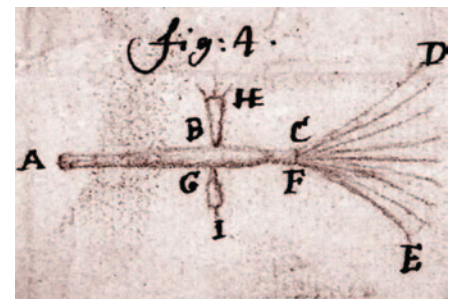
二酸化炭素は、植物や微生物によって地下で生成されて、大気へ放出される。これは土壌呼吸とよばれ、2番目に大きな陸域炭素フラックスを形成する。こ

の発生源からの二酸化炭素の放出量は気候に応じて変化すると考えられているが、観測で確かめることは難しかった。B Bond-Lamberty と A Thomson は、土壌呼吸を測定した40年にわたるデータベースの20年分を用いて、土壌呼吸は長い年月の間に増加しているだけでなく、その増加と気温変化が強く関連していることを示している。彼らは、地球全体の土壌呼吸が1年で約0.1%ずつ増加していると見積もり、気温に対する感度は中程度であると示唆している。これは、ここ数十年間の陸域の炭素循環の加速と一致している。

遺伝：ヒドラのゲノム

Hydra genome

ヒドラ (Hydra) は、1702年に初めて、「微生物学の父」アントン・ファン・レーウェンフックによって英国王立協会に報告された動物である。以来何世紀にもわたって生物学者の研究の対象になり、現在では軸パターン形成や幹細胞生物学、再生の研究の重要なモデル動物となっている。その一種であるチクビヒドラ (Hydra magnipapillata) のゲノムが、ヒドラと安定した関係を保っている *Curvibacter* 属の細菌1種のゲノムと共に解読され、ゲノムの半分以上が可動性遺伝子で占められていることがわかった。ヒドラとほかの動物のゲノムの比較により、上皮、収縮組織、発生に応じて制御される転写因子、多能性にかかわる遺伝子、神経筋接合部の進化や、初期胚の胚軸を決める領域であるシュペーマン・マンゴールド・オーガナイザー (原腸胚形成体) の進化についても、解明の手がかりが得られるだろう。



レーウェンフックが報告したヒドラ。



Volume 464
Number 7289
2010年4月1日号

10歳になったヒトゲノム：ゲノミクス時代の成長の苦しみ THE HUMAN GENOME AT TEN: Growing pains of the genomics age

ヒトゲノムの概要塩基配列が公表されたのは今からほぼ10年前のことで、派手に予告されていた完了が披露されたのは2000年6月である。その後の10年間の成果をみて、あの大騒ぎはいったい何だったのかと思う人もいるかもしれない。しかし、生物学や実験技術はその間もずっと進歩し続けている。最近では、大規模な全ゲノム関連解析の成果が次々と発表され、「ヒトの科学」に関する論文の洪水といった状態になっており、また「個人ゲノミクス」も登場し始めた。したがって、今、この分野の歩みをつくづく眺め直すのはちょうどよい時期だろう。ゲノム塩基配列が解読されても、生命現象を単純化することは結局できなかった。「生命の青写真」が手に入れば、物事はたちまちおさまるべきところへきちんとおさまらうと考えられていたのだが、E Check-Hayden が述べているように、目の前に現れたものは畏敬の念を起こさせるほどの複雑さだった。概要配列の解読に拍車がかかり、予定より2年ほど早い2000年に完成できたのは、熾烈な競争があったからである。ヒトゲノム特集の全容については、オンライン特集 (www.nature.com/humangenome) をご覧いただきたい。

遺伝：歌のゲノム

Genome for a song

鳴禽の一種であり、脊椎動物の脳、行動および進化の研究のモデルにもなっているキンカチョウについて、ゲノムの塩基配列が明らかにされた。キンカチョウ以外の鳥類で唯一ゲノム配列が知られているニワトリと比較すると、キンカチョウでは、神経機能をもち歌の認知処理に関与する遺伝子が急速に進化していることがわかった。また、この研究では、発声によるコミュニケーションがキンカチョウの脳のトランスクリプトームの大きな部分を動かしていることもわかり、発声によるコミュニケーションとつながるマイクロRNAシグナルが統合される位置が同定された。

薬学：新しい抗トリパノソーマ薬

A new antitrypanosomal

アフリカトリパノソーマ症つまり睡眠病は、ブルーストリパノソーマ (*Trypanosoma brucei* spp.) によって引

き起こされ、年間の死者数はおよそ3万人に上る。使える治療法はわずかしがなく、有効性や安全性が十分でない薬剤が使われることが多い。N-ミリストイルトランスフェラーゼ (NMT) は、多くの真核生物や微生物のタンパク質のN末端グリシンにミリストイル基を付加する酵素で、トリパノソーマ症などの寄生虫病の治療薬の標的となる可能性が示唆されている。ただし、それは、ヒトのNMTは保護されるような選択性が達成できればの話である。新しい研究によって、ブルーストリパノソーマのNMTが抗トリパノソーマ薬のタンパク質標的となる可能性が立証され、また、薬剤のような特性をもつ強力な阻害剤が見つかった。その化合物DDD85646は、マウスモデルで血流中のブルーストリパノソーマを死滅させる。

生理：体重と代謝率の関係を見直す

Making body size toe the line

1932年にマックス・クライバーが、生

物の代謝率は種を越えて体重の3/4乗に比例することを初めて報告して以来、生物の代謝率と体重の関係は生物学者の興味を惹きつけてきた。以後この「スケーリング指数」は何度も計算しなおされ、研究者によっては2/3に近いとされたり、ほぼ3/4だと推定されたりしてきている。今回、新たな解析によって、この関係は対数目盛のグラフで直線とならず、純粋なべき乗則には全く従わないことが示唆された。本来は曲線であるものに直線を当てはめようとすると、使用したデータに強く依存した「スケーリング指数」が導き出される。小型生物を多数含むデータセットを用いると2/3という指数が導き出される傾向があり、大型生物を多数含むデータセットを用いると3/4という指数が導き出されることになる。

気候：冷たい太陽

The cool of the Sun

1972年にカール・セーガンとジョージ・ミューレンによって提唱された、明るくなかった初期の暗い太陽、つまり「若くて」今ほど明るくなかった太陽のパラドックスでは、始生代における太陽光度は現在の70%程度であり、そうであれば、理論的には始生代は非常に寒冷で、地球上に液体の海が存在できなかった可能性があると指摘している。しかし、地質記録には液体の水があったことが示されている。これは、大気中の高濃度の二酸化炭素やメタンによる温室効果で説明されることが多い。しかしM Rosingたちは、温室効果による温暖化を考慮する必要はないと考えている。彼らは、始生代の堆積鉱物の特性が、高い温室効果ガス濃度やその時代のメタン細菌の代謝の制限要因と一致しないことを立証している。彼らは、大陸面積が小さく、熱を吸収する黒い海面が多いために初期地球のアルベドが低かったことは、生物学的に生じる雲凝結核がないことと相まって氷点以上の温度を保つのに十分であったという仮説を提唱している。