

最新科学情報ポッドキャスト番組
ヴォイニッチの科学書

2013年6月29日
Chapter-450
遺伝子バリエーションの原因

配信資料



<http://www.febe.jp/>

<http://obio.c-studio.net/science/>

現在の人間は肌の色や目の色、気候への適応の違いによっていくつかの集団に分けることができますが、ワシントン大学の研究によるとこれらの違いのもとになっている遺伝子のバリエーションが作り出されたのはごく最近のことのようです。

地球の人口は比較的最近急激に増加したことが知られています。太古の人口の推定にはいろいろな説があるのですが、1万年前の人類は500万人程度、6000年程度前から人口の増加が始まり、2000年前には3億人に達しました。

人間の遺伝的個人ごとの違いを大規模に調べた調査の結果、私たちの遺伝子には他の人と共通性のない個人的な変異が大量に存在していることがわかっています。このことから科学者は、人間の集団の遺伝的バリエーションは最近になって生まれたものと考えています。そのような変異がいつ起きたのでしょうか。その年代を特定することによって人類の進化の歴史も解き明かすことができます。

ヨーロッパ系アメリカ人とアフリカ系アメリカ人の6515人の実験協力者の一部の塩基配列を解読したところ、1塩基変異と呼ばれる点のように一カ所だけが遺伝子変異した箇所が114万6401箇所確認されましたので、それらの変異が起きた年代の推定を試みました。

遺伝子にはタンパク質の設計図として使用され

る部分と、遺伝子の発現の調節などを行い直接タンパク質の情報にならない領域の2通りがありますが、タンパク質の設計図部分に生じている1塩基変異の73%が過去5000年~1万年以内に生じた新しい変異であると推測され、この年代は先ほどの地球人類の増加の開始の時期と一致しているように思えます。

さらに、ヨーロッパ系アメリカ人はアフリカ系アメリカ人よりも重要な遺伝子領域に有害な変異を起こしている確率が高いことが明らかになりました。人類は東アフリカを起点にして世界に散らばっていきましたが、アフリカ系アメリカ人はごく最近までアフリカにとどまっていた人たちだと考えられますので、遺伝子の似た人同士の交配が進み、遺伝子が純化され病気になりやすいなどの問題のある遺伝子はすでに多くが排除されていると推定されています。それに対し、ヨーロッパ系アメリカ人はアフリカを出た人類の祖先の末裔のため、さまざまな環境にさらされ遺伝子の変異を過剰に発生させているのが原因であろうと考えられました。

ミトコンドリアDNAを調べた研究では人類全体の共通の祖先は14万年くらい前までさかのぼることができますので、ごく最近になって遺伝子のバリエーションが安定し地球全体を人類の生息地とすることができるようになったようです。

人類は地球上に拡散する過程において遺伝子のバリエーションが増えたことがヨーロッパ系アメリカ人とアフリカ系アメリカ人の遺伝子を比較することによって明らかになりましたが、野生の鳥は肉や卵、羽毛などを人間が利用するために飼育されるようになって、つまり家禽（かきん）となって遺伝子のパターンに変化を起しているようです。

ジュウシマツとコシジロキンパラという2種類の鳥は同じ仲間ですが、おおよそ200年前に野生型のコシジロキンパラを日本で家禽化してジュウシマツが作り出されました。この家禽化の過程で両者のさえずり方に違いが生じました。一般的にジュウシマツのほうが複雑な歌をさえずることができることが知られています。

同種であることから、遺伝子や脳内の神経回路の構造も非常に似ているはずなのに、なぜ異なる発声パターンを持つようになったのかは全くわかっていませんでした。



遺伝子の脳内発現パターンを両方の鳥で比較する研究の結果、たまたま男性ホルモン受容体として知られるアンドロゲン受容体がジュウシマツの脳で活発に機能し始めたことがわかりました。実際のさえずり方を詳細に解析し、声と声の間隔のばらつき度合いと今回見つかったアンドロゲン受容体の量に正の相関があることもわかりました。

さえずり方のような明確な違いを示す遺伝子の変異は一瞬で生まれることはなく、その多くはエピジェネティックな変化という遺伝子が修飾されるしくみによって成されていることが知られています。そこでこの遺伝子のメチル化と呼ばれるエピジェネティックな変化の状態を調べました。

その結果、さえずり学習をする小鳥であるジュウシマツとコシジロキンパラの脳内のアンドロゲン受容体の発現パターンに違いが生じていることが確認され、家禽化によって学習・行動パターンが変化した動物の実際の脳で遺伝子発現パターンが変わっていることをはじめて明らかにすることに成功しました。これは、エピジェネティクス状態の違いによって脳内の遺伝子発現パターンや量を変えることで神経回路の性質を変え、行動パターンの違いを生み出す可能性を示唆します。

同じ人でも、皆違った考え方をもち、行動パターンや性格が異なります。同じ動物種でもなぜ個体ごとに多様な行動が違うのかについては現在でも多くの関心が寄せられています。生まれた後は、自分のゲノム配列を変えることはできませんが、神経活動等でゲノムのエピジェネティクス状態が変わることが最近明らかになってきています。

今回の発見で、脳内の神経回路構造やゲノム配列が非常に似ていても、ゲノムのエピジェネティクス状態が変わることで、ある特定の遺伝子のちょっとした発現量やパターンが変わり、それによって神経回路の性質が変化し、行動そのものも変わる可能性を示すことができました。

ちょきりこきりヴォイニッチ
今日使える科学の小ネタ

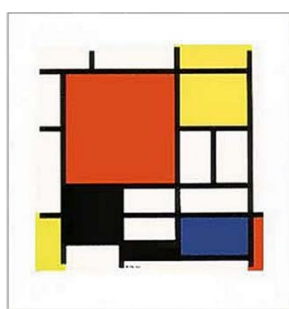
▼マウスも絵画を見分ける

慶應義塾大学はこれまでにハトやブンチョウが絵画を見分けられることを報告してきましたが、このたび、マウスも絵画を見分けることが可能であることを実験により突き止めたと発表しました。

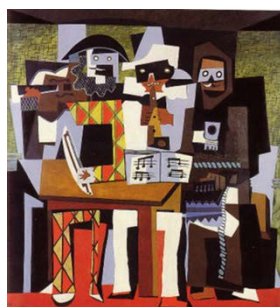
はじめにマウスがロシアの抽象画家カンディンスキーとオランダ出身の抽象画家モンドリアンのどちらの絵の近くに長く滞在するかを調べましたが、ほとんどのマウスは滞在時間の差、つまり絵に対する好みを示しませんでした。ピカソとルノアールでもやはり好みを示しません。



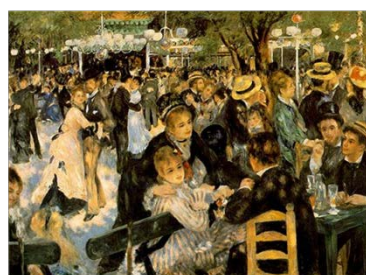
カンディンスキー



モンドリアン



ピカソ

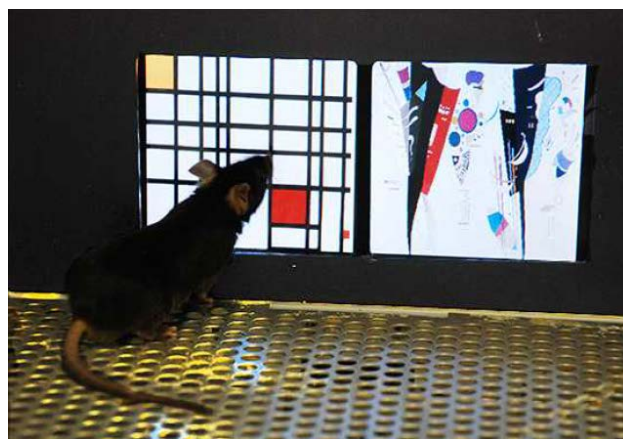


ルノワール

けれど、一方の絵を見ているときにモルヒネを注射すると、マウスは明らかにモルヒネを注射される絵の近くに長く滞在するようになりました。

さらにタッチスクリーンを使って、一方の絵にタッチするとミルクが貰えるように訓練すると絵

の区別ができるようになりました。これまでマウスの視覚認知能力は高くないとされてきましたが、この研究はマウスもある程度高次の視覚認知ができることを示したものです。



▼小さなカエルも大きなカエルもなぜ同じ形をしているのか

体のサイズに関わらず同種や近縁種であれば、頭、胴体、足などの大きさの比率は体のサイズに対して一定になります。このようなスケーリングと呼ばれる現象は広く動物に共通して認められているものの、そのメカニズムは謎でした。

脊椎動物の組織の形成では、初期胚で分泌されるコーディンというタンパク質が司令塔の役目をして、その濃度によって作られる臓器が決定されています。濃度が高い領域では脳や背骨など背側の組織が、濃度が低い領域では造血組織など腹側の組織が形成されます。

アフリカツメガエルの初期胚で人為的に腹側部位を切除して半分になった胚を飼育したところ、普通に考えるとお腹側が小さいヘンな形のオタマジャクシになりそうなものですが、実際はスケーリング効果が現れ、全身が1/2になった相似形の小さなオタマジャクシになりました。

詳しく調べてみると、初期胚内ではコーディン

の濃度はそれを分解する酵素によって調節されていて、さらに、このコーディン分解酵素の働きを阻害するタンパク質「シズルド」の濃度によって、コーディンの作用も調整されていることが新たに発見されました。スケーリングの実体は実はシズルドの濃度によるものだったのです。

実際にシズルドタンパク質の少ない胚、多い胚を育ててみると、シズルドが多い胚では頭が大きなオタマジャクシが誕生し、シズルドが少ない胚では頭が小さいオタマジャクシが発生したとすることで、コーディンとシズルドが肺の中で量を調節し合うことによって生物の相似形が生み出されるメカニズムであることが解明されました。

▼火星旅行に大量被曝のリスク

これから人類は火星を目指すわけですが、宇宙船に降り注ぐ放射線量を評価する研究が行われました。その結果、有害な高エネルギー粒子線から宇宙飛行士を守ることは非常に大変な作業になりそうです。

今回の検討に使われたデータはNASAの火星探査車キュリオシティに搭載した放射線評価検出器の観測結果です。



それによると宇宙飛行士の生命に危険を及ぼすほどの高エネルギーの銀河宇宙線と太陽エネルギー粒子線が大量に降り注いでいる可能性が明らかになりました。推定ではがんの発症リスクは5%上

昇し、それ以外にも脳の細胞が損傷するなどにリスクが考えられます。ただし、2030年代半ばまでに火星へ宇宙飛行士を送る計画を断念すべき要素は、今回のデータには見つからなかったと表明していますが、これらの放射線源は超新星爆発由来の銀河宇宙線これは国際宇宙ステーションに小渡超されているようなアルミニウム製の遮蔽剤では防げないため、火星ミッションの安全性を確保するためには、より効果的な遮蔽方法、および火星への到達日数を短縮する推進システムの開発が不可欠だとも述べています。

