

カンブリア爆発

今から約6億年前の海底で、動物たちはその数と種類を急激に、そして大幅にふやしました。それは「カンブリア爆発」と呼ばれています。ほんの1000万年ほどの短い時間のなかで、現在私たちが目にすることのできる、ほとんどすべての動物グループが出そろったと言われています。

分子進化の機構を探る

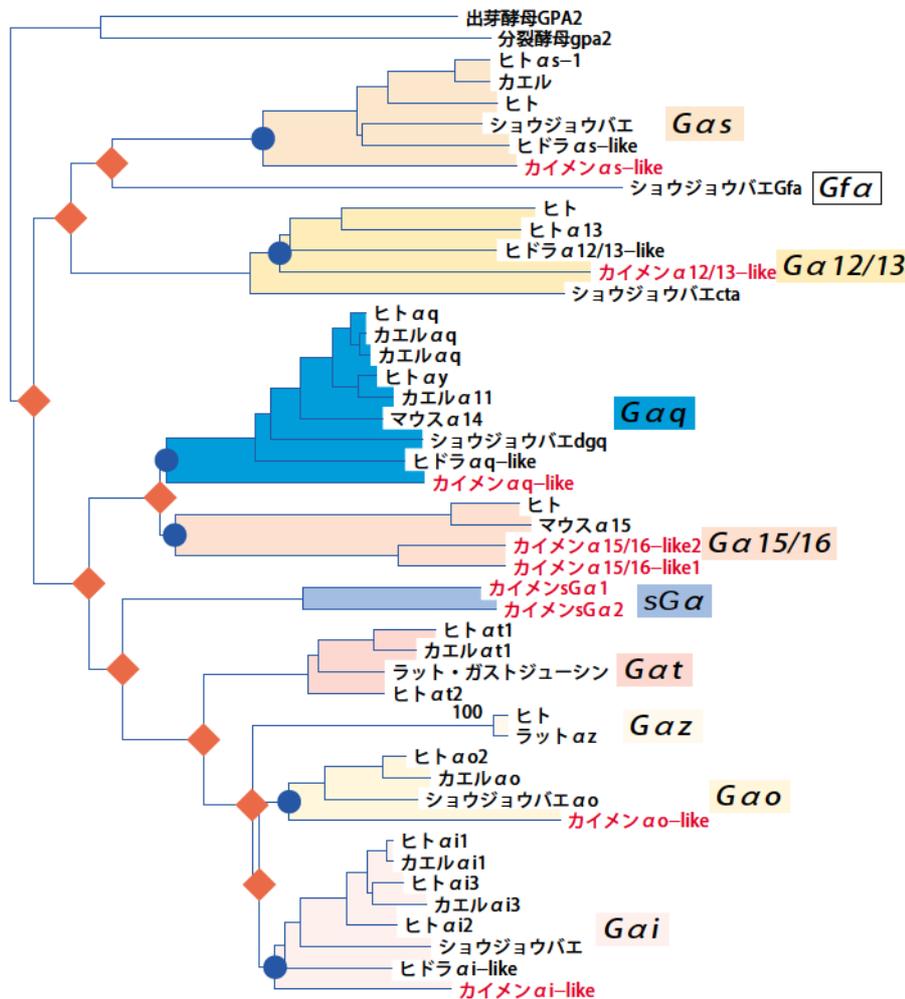
進化も遺伝子によって引き起こされたものです。したがって逆に遺伝子を調べていくことで進化の痕跡をたどっていくことが可能なのです。

遺伝子の爆発

現在の動物門につながる動物グループは、今から6億年前のカンブリア紀初期に爆発的に多様化したと考えられています。では遺伝子の多様化はいつ起こったのでしょうか。新しい機能をもった遺伝子は、すでにある遺伝子のコピーから作られますが、多細胞生物

にはこの遺伝子重複によってできた細胞間伝達や形態形成に関わる特有の遺伝子が存在します。生物の系統を分子の比較から再現するように、遺伝子重複を再現していくと、遺伝子の爆発的多様化はカンブリア爆発より3億年前に起こっていることがわかってきまし

た。生物多様性の分子機構はすでに存在している遺伝子をどう使って多様化したかという点にあり、その機構は単細胞原生生物との比較によって解明されつつあります。

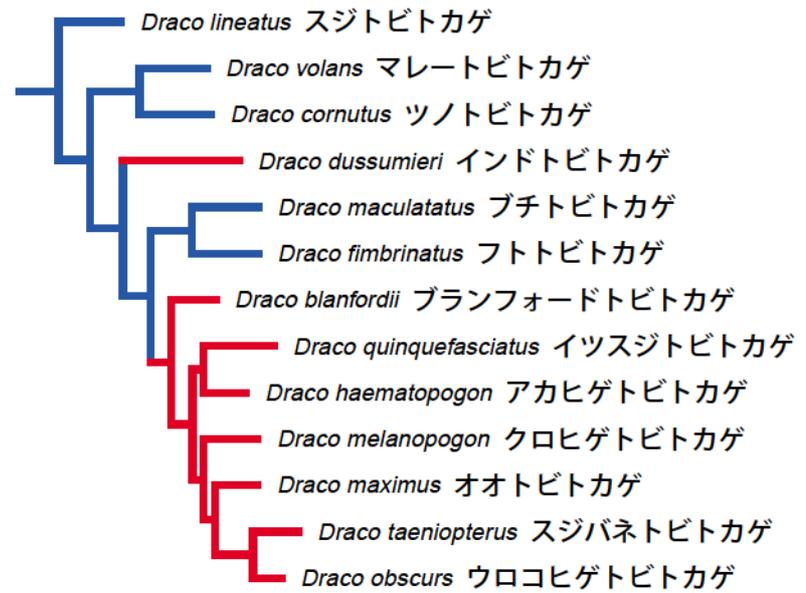


遺伝多様化はいつ起きたのか？

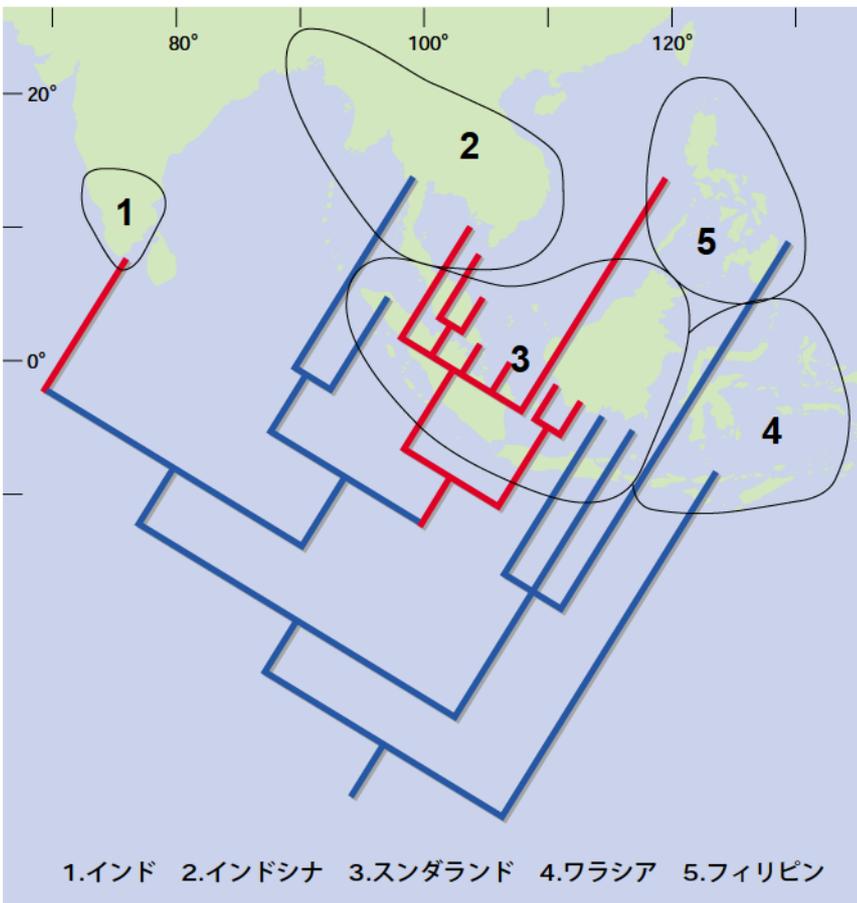
この系統樹は、Gタンパク質族の分子系統樹。Gタンパク質 α サブユニットの比較から推定された。機能の異なる10のグループ（サブタイプ）に分かれ、同一サブタイプに属する枝（配列）は系統樹の上で一つの固まりになっている（色で塗りつぶした）。異なるサブタイプを作った遺伝子重複は◆で示した。●はカイメンとその他の動物が分岐した時期を示している。枝の右端は現在を示し、枝にそって左へいくほど過去に遡る。この系統樹から、異なるサブタイプを作った遺伝子重複（◆）のすべては、カイメンとその他の動物の分岐（●）以前に起きていたことがわかる。すなわち、現存する動物の中でもっとも古い分岐に対応するカイメンとその他の動物の分岐以前に機能の異なる基本的遺伝子（サブタイプ）のほぼ完全なセットがすでにできあがっていたことになる。

分子系統樹をもとにして動物の移動や分化を推測する

DNAの塩基配列を異なる生物種の間で比較し、共通の祖先から分かれた後に蓄積した塩基置換の数をもとに系統樹をつくることができます。この方法を使えば、ある植物や動物の分類群が適応放散した時期を推定でき、大陸移動などの地史や氷河期などの気候変動と照らし合わせて考察することができます。これまで形態からではわからなかった違いが塩基配列の変異から明らかになり、シダ植物やコケ植物などが新しく分類され始めています。また、DNA分析は種内の遺伝的集団構造を明らかにする上でも有用で、生物の進化や種分化を解明するために重要な手法となっています。



トビトカゲ属とその近縁属の分子系統樹



トビトカゲの起源と種分化

この仲間は約21種が知られており、東南アジア地域とインド南部に分布する。分子系統学的な解析の結果は、この属が単一起源であり、その種分化が地理的な分断と対応していることを示した。その種の分布域はインド、インドシナ、スンダランド、ワラシア、フィリピンの5つに大別できる。スンダランドとワラシアの間の分化は古いが、インドシナとスンダランドの間は分断と連続が繰り返され、互いに侵入し、分化することによって、多様化したことが系統樹から推定される。インドにはかなり初期に侵入し分化しているが、フィリピンにはスンダランドとワラシアで分化したものが侵入したものと考えられる。形態的な特徴から原始的とされる原生林内よりも、むしろ林縁部や、まばらな林に棲んでいるものが多く、進化的な特徴を持つものは、主にスンダランドで多様に分化したと考えられる。



上：ブチトビトカゲ（雌）の翼を広げたところ

下：翼を畳んで樹幹にとまって眠るイツスジトビトカゲ（雌）

共生と共進化

地球上には約1000万種類の「生物」がいるといわれています。

しかし、それらの生物はそれぞれが別々に生きているわけではありません。

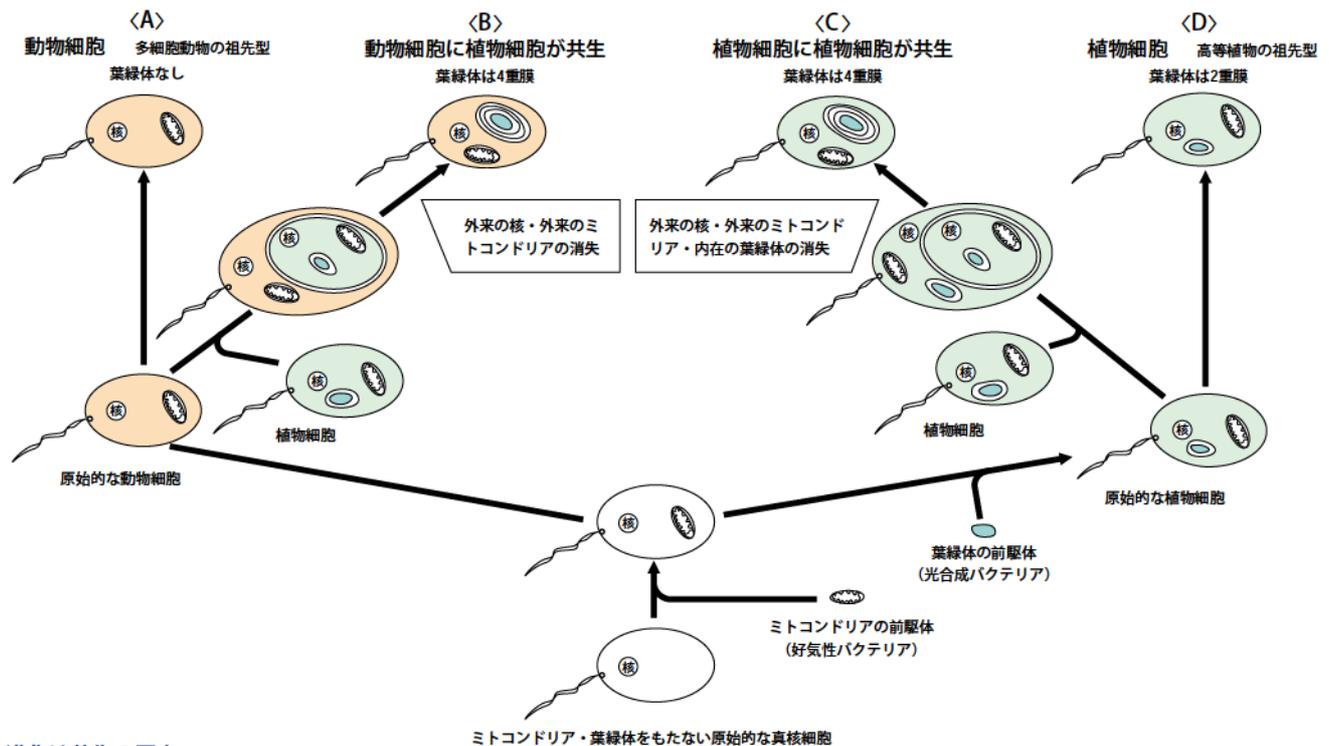
時として全く異なる生物同士の持ちつ持たれつの密接な関係もあるのです。

動物と植物の間

ミドリムシや渦鞭毛藻のような生物は食物を外部から取り込み鞭毛で泳ぐと同時に、葉緑体をもって炭酸同化作用を行うという性質を備えていることから、動物とも植物とも分類されます。こうした生物は、原生動物の細胞に藻類が入り込んで共生し、その後、藻類の核とミトコンドリアが退化し消失して葉緑体だけが残ってきたと考えら

れています。このような細胞内共生は進化の過程で何度も起こり、真核の藻類と原生動物が繰り返し共生することによって新たな藻類を作り出すメカニズムがあると考えられるようになりました。ミトコンドリアも20億年前に根粒菌や細菌の仲間が細胞内共生してできたもので、ゲノムが小さく、葉緑体と同じように細胞核によってコントロ

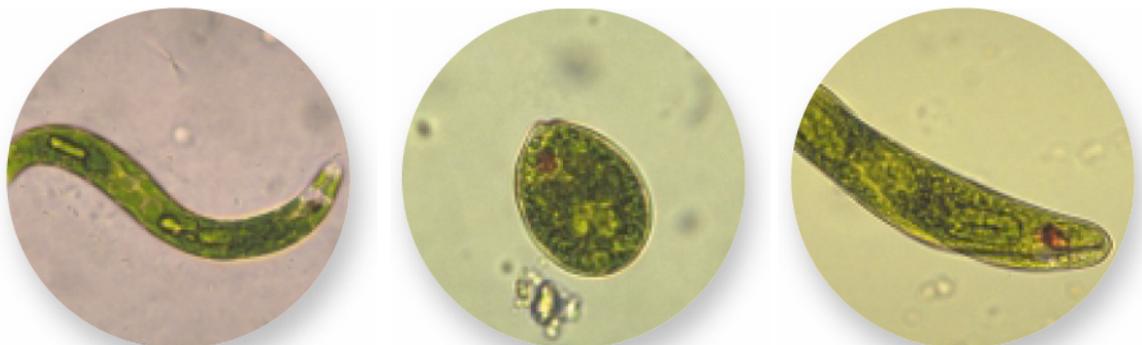
ールされています。こうした細胞内共生の進化機構を解明することによって植物や動物の起源、多様化の過程についても分析が進められています。



進化は共生の歴史

何回もの共生のステップを経て、多様な細胞形態が生まれました。ミドリムシは原始的な動物細胞に、さらに藻類（植物細胞）が共生したものだと考えられる。

資料提供：J1生命誌研究館

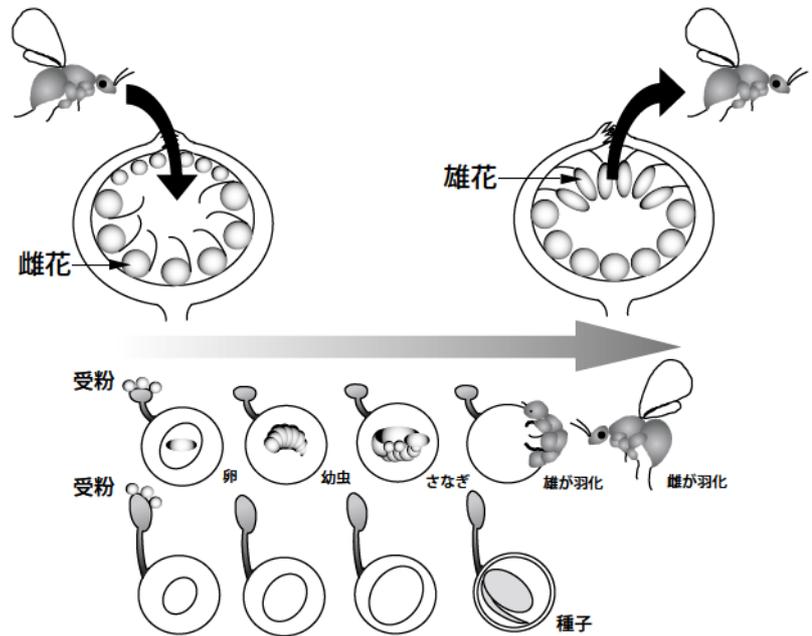


共生はどのように進化したか

異種の生物が一緒に生活して、行動・生理的に密接な関係を保っている状態を共生と呼びます。花や実をつける植物と、花粉を運ぶ昆虫や果実を食べて種子を運ぶ鳥、動物は、共生している例と言えるでしょう。例えば、イチジクはそれぞれの種によって共生するイチジクコバチの種類が決まっています。植物と動物の共生関係は、もとは食う食われる関係だったものが多様な関係をもつように進化した歴史を反映しています。ブナやフタバガキなどの樹木は根を菌糸でおおう外生菌根との共生によって繁栄していますし、病気を引き起こすウイルスも宿主と共生するように進化する例と言えます。

共進化には、共生だけではなく、捕食者と非捕食者や擬態する種とされる種など多様な例が知られており、

複数の種間に起こる場合もあります。その進化過程の解明はまだ始まったばかりです。



イチジク属植物の開花パターンとイチジクコバチ類の生活史との間の対応関係

イチジクコバチは体長2mm内外の小さな昆虫で、イチジクの花のうの小さな部分からもぐりこむ。内部に達したコバチは、持っている花粉を雌花につけると同時に、一部の子房に産卵する。産卵されなかった雌花は種子となるが、産卵された雌花では、幼虫が種子を餌に成長する。羽化はオスからはじまり、まだ子房内にいるメスと交尾をおこなう。イチジクの仲間は、花のうの中で雌花と雄花の咲くタイミングが大きくずれていて、ちょうどコバチが羽化する時期に合わせて、雄花が咲きはじめる。交尾後子房から出てきたメスの成虫は花粉を体につけて、産卵できるつぎの花のうを探して飛んでいく。資料提供：東北大学大学院生命科学研究所

人間と他の生物との共生

過去何世紀も人間は自然を支配し、人間にとって便利のように改造する努力を重ねてきました。しかし、その人為的な影響が大規模な自然破壊につながり、かえって人間に悪影響をもたらしているという反省がなされるようになりました。そもそも人間は自然とどのような関係をもって進化してきたのでしょうか。栽培植物の出現は植物と人間の共生、動物の家畜化は動物と人間の共生と見ることができます。栽培植物や家畜の品種の多様化は人為的に選択されたものでもあります。そういった人間と他の生物との生態史をさぐる研究が、生物学を超えて文化人類学、経済学、考古学、歴史学、社会学、栄養学、農学などの分野と協力して各地で試みられています。



食用としてゾウを解体するアフリカの狩猟採集民