

生命が刻む時間

動物でも植物でも、ほとんどの生物は約24時間の周期的なリズムを刻んで生活している。太陽光など外からの影響を受けなくても自発的に刻まれるこのリズムは、「体内時計」とも呼ばれる。生命は長い時間をかけて地球の自転が生み出す昼夜のリズムに適応し、この時計を獲得してきた。

周期的なリズムを生み出しているのは、「時計遺伝子」と呼ばれる一群の遺伝子だ。ショウジョウバエで最初の時計遺伝子を発見し、体内時計の基本原則を明らかにした米国のジェフリー・ホール名誉教授、マイケル・ロスバシュ教授、マイケル・ヤング教授には、昨年のノーベル医学・生理学賞が贈られている。

ホール名誉教授らの発見以降、次々に見つかった時計遺伝子群は、互いに発現を促進したり、抑制したりといった複雑なフィードバックループを形成することでリズムを生み出す。この基本的な仕組みはシアノバクテリアを除く多くの生物で共通している(図1)。一方、関与する時計遺伝子は哺乳類、鳥類、昆虫では概ね共通しており、同一の起源を持つと考えられるが、植物やカビとは共通性が見られない。虫と鳥の羽が、異なる起源を持ちながらも、「飛ぶ」という共通の機能を得たように、哺乳類と植物の「時間を刻む」機能も、独立に獲得され、進化してきたと考えられているのだ。

哺乳類と植物では、全身の時計を調整する仕組みも異なることもわかってきている。中枢である脳と全身に張り巡らされた神経系を持つ哺乳類では、脳にある時計を頂点として組織や器官の時計を調整する(図2上)。一方で、植物では組織や器官の時計に明確な階層性がなく、互いに影響し合うことで、変化する環境に適応していると考えられている(図2下)。このような個体レベルでの「時間を刻む仕組み」の解明は、さらに進んでいこう。

体内時計の研究は、それぞれの生物が歩んできた道のり、そして生命の本質に迫るだけでなく、疾患の理解や治療、農業へと応用を広げている。3月号のFeatureでは、近年、注目が集まる体内時計の研究と応用の可能性を紹介する。

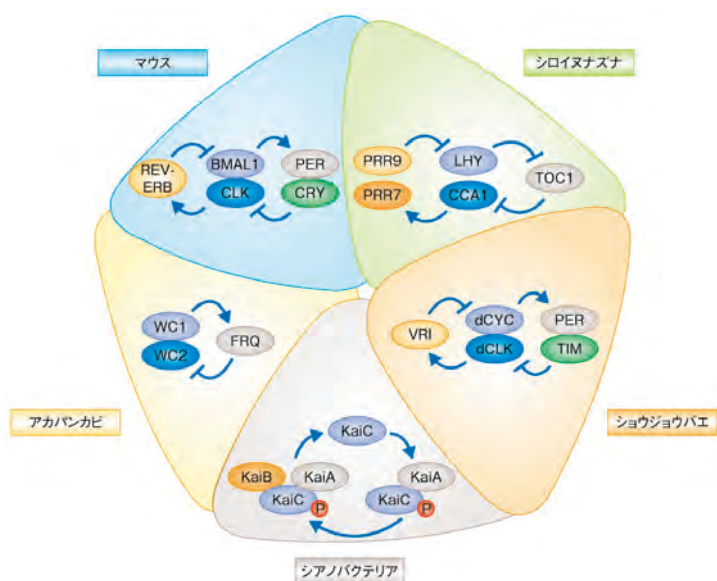


図1 さまざまな生物種の体内時計。アルファベットで示されているのは、時計遺伝子の発現により作り出されたたんぱく質の名称である。矢印が遺伝子発現の促進を、T字が抑制を示すが、シアノバクテリアでは矢印は時間の流れ、Pはリン酸化を示す。関与する遺伝子はそれぞれ異なっているが、時計遺伝子が互いに発現を促進したり、抑制したりといった基本的な仕組みはシアノバクテリア以外の生物では共通している。

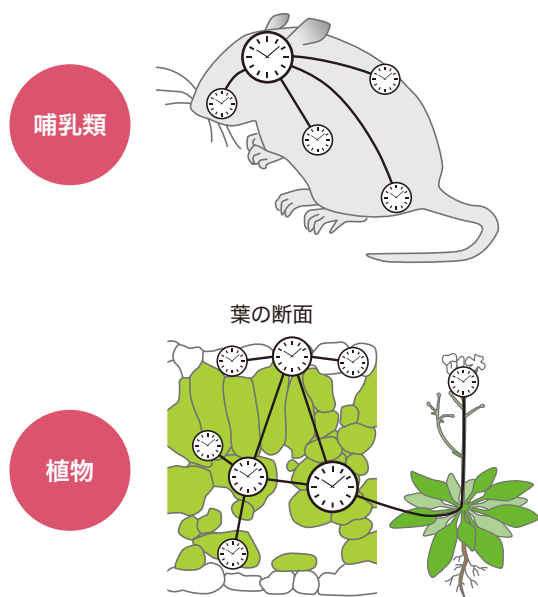


図2 体内時計の制御のイメージ図。哺乳類では脳にある中枢の時計(図中の大きな時計)が全身の組織・器官の時計を調整する。一方、植物では組織ごとに半独立的に機能する時計が分散しており、互いに影響し合っている。