

FBI
Science View

●理化学研究所 生命機能科学研究センター

発育ステージの移行に必要なエネルギー供給の仕組み

形態成長シグナル研究チーム
上級研究員 西村 隆史

ヒトを含め多細胞生物の一生は、さまざまな発育ステージを経て、性成熟した成体になる。多くの生物において、成熟期への移行には、コレステロールから生合成

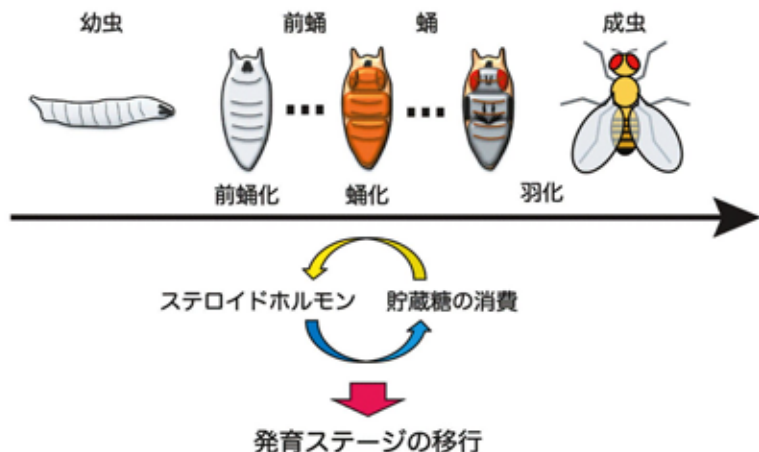


図 ショウジョウバエの発育ステージの進行に必要なエネルギー代謝調節の仕組み

ショウジョウバエでは、ステロイドホルモンのエクジステロイドが貯蔵糖の消費を促し、変態(蛹化)に必要なエネルギーの供給を指令する一方、ステロイドホルモン自身も貯蔵糖の消費に依存して生合成される。このように、ステロイドホルモンと糖代謝は相互に依存しており、ステロイドホルモンとエネルギー代謝が協調的に機能することで、発育ステージの移行が実現している。

される「ステロイドホルモン」が重要な役割を果たしていることが分かっている。昆虫の幼虫が成虫に移り変わる蛹期では、外部からの栄養摂取が行われないため、幼虫期に摂取して貯蓄している栄養分を計画的に用いて、「変態」を行う必要がある。しかし、変態という発育ステージの進行に必要な「エネルギー代謝」がどのような仕組みで制御されているのか、その分子機序は未解明だった。

今回、モデル生物としてキロショウジョウバエを用いて、ステロイドホルモンの「エクジステロイド」が一過的にブドウ糖などの「貯蔵糖の消費」を促し、変態に必要なエネルギーや生体高分子の材料の供給を指令していることを明らかにした。さらに、変態に必要なステロイドホルモン自身も、貯蔵糖の消費に依存して生合成されていることから、ステロイドホルモンと糖代謝は相互に依存していることが分かった。これらの結果から、ステロイドホルモンとエネルギー代謝が協調的に機能することで、発育ステージの移行が実現していることが示された。

本研究成果は、計画的に進行する生命現象の理解をエネルギー代謝の観点から深めるものであり、さまざまな生物における複雑なステージ移行の理解に貢献すると期待できる。



■プロフィール

にしむら・たかし 名古屋大学大学院医学系研究科博士後期課程修了、博士(医学)。オーストリア分子細胞工学研究所、理化学研究所 発生・再生科学総合研究センター、多細胞システム形成研究センターなどを経て、2019年7月から現職。

■コメント=生命の成り立ちと不思議を、分子の言葉で理解したい。

●理化学研究所 数理創造プログラム

蒸発するブラックホールの内部を理論的に記述

上級研究員 横倉 祐貴

質量(エネルギー)を持つ全ての物質は万有引力によって引き合うため、十分高密度になると、自身の重力に耐え切れずつぶれて、「ブラックホール」になる。こ

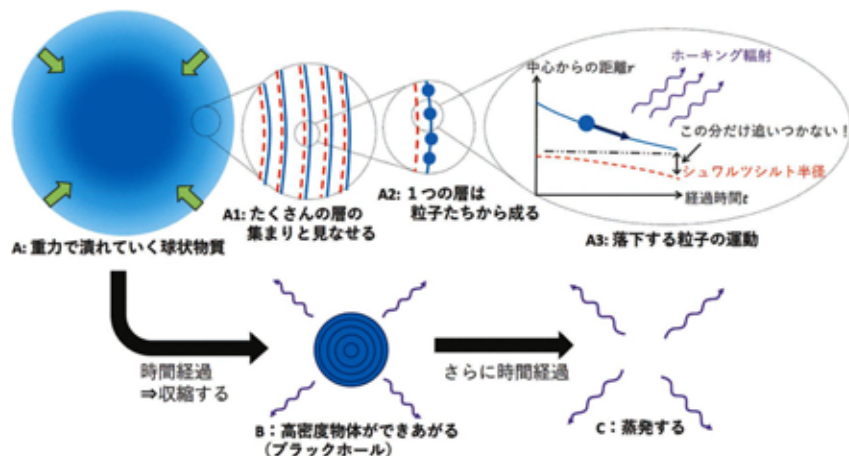


図 物質の量子力学の効果を取り入れたブラックホールの形成と蒸発

- A: 重力でつぶれていく連続分布した球状物質がある。これをたくさんの粒子からなる球状の層の集まりと見なす。その中の一つの粒子が重力により引かれて中心に落下している様子を考える。その間に、ホーキング放射により質量が減っていくため、シュワルツシルト半径(赤い破線)も小さくなる。(物質の質量で決まり、それ以上小さくすると重力の効果が顕著になり始める半径を、シュワルツシルト半径という。もしそれが物質の半径よりも大きくなると、そこが事象の地平面になる。)その結果、この落下する粒子は、減少するシュワルツシルト半径よりもわずかに外側の場所に近づいていく。
- B: 同じことがAの球状物質の全域で生じ、どのシュワルツシルト半径も各層の外に出ることなく、物質全体が収縮し、高密度物体ができあがる。これがブラックホールである。その結果、シュワルツシルト半径よりもわずかに大きな半径を持ち、事象の地平面は形成されない。
- C: さらに長い時間が経過すると、ブラックホールは蒸発する。

のブラックホールとは一体何だろうか。

「一般相対性理論」に基づく場合、ブラックホールは、その強い重力のために、中に入ったら光さえも脱出できない真空の領域である。その外側との境界を「事象の地平面」という。この描像に「量子力学」の効果を加えると、周囲の真空から微弱な光(ホーキング放射)が放出され、ブラックホールの質量(エネルギー)が徐々に減少し、最終的には蒸発すると考えられている。しかし蒸発後、ブラックホール内部に入った物質の持つ情報(例:物質の種類など)がどこへ行ってしまふのかは未だに分からない。

今回、理研と京都大学の研究チームは、重力でつぶれていく球状物質の時間経過を、蒸発の効果を取り入れて、理論的に解析した(図参照)。そして「物質の量子力学の効果を含むアインシュタイン方程式」の新しい解を得た。その結果、量子力学におけるブラックホールは、事象の地平面を持たず、表面を持つ高密度な物体であることが分かった。これは、ブラックホールとはあらゆる物体が強い重力下で取り得る極限の状態であることを示している。

この解はブラックホール内部の情報の経時変化を追跡できることから、今後、その情報がブラックホール蒸発後にどうなるのかを解明できる可能性がある。



■プロフィール

よこくら・ゆうき 2014年京都大学大学院理学研究科博士課程修了。博士(理学)。基礎物理学研究所、International Centre for Theoretical Sciences of the Tata Institute of Fundamental Research、理化学研究所基礎科学特別研究員を経て、18年より現職。専門は理論物理学。特に、素粒子論。

■コメント=目に見えない世界の本当の姿が知りたい。そして、その可能性を表現したい。

「理研DAY：研究者と話そう！」をYouTubeであすライブ配信

理化学研究所(理研)は研究者とのトークイベント「理研DAY：研究者と話そう！」を21日にオンラインで開催する。

コンピューター科学分野で計算機を使って問題を解く研究をしている革新知能統合研究センター-離散最適化ユニットの前原貴憲ユニットリーダーが「計算機で解ける問題」をテーマに研究の概要を説明し、事前に申し込みをした参加者と質疑応答を行う。

私たちが普段使っているパソコンや理研が開発したスーパーコンピュータ「富岳」に代表されるように、計算機の中には非常に高い計算能力を持つものがある。現在、多くの計算機が薬の開発・天気予報・交通・人工知能といったさまざまな問題を解くために利用されている。このように計算機は非常に強力な道具であるが、実は世の中には「計算機を使っても解くことができない問題」がある。当日は計算機で解ける問題について詳しい話を聞くことができる。

【日時】2020年8月21日午後6時~6時半

【対象】小学生~大学生、一般

【視聴方法】YouTubeでライブ配信

【詳細】

https://www.riken.jp/pr/events/events/20200821_1/

【問い合わせ】理化学研究所広報室 event-koho@riken.jp

