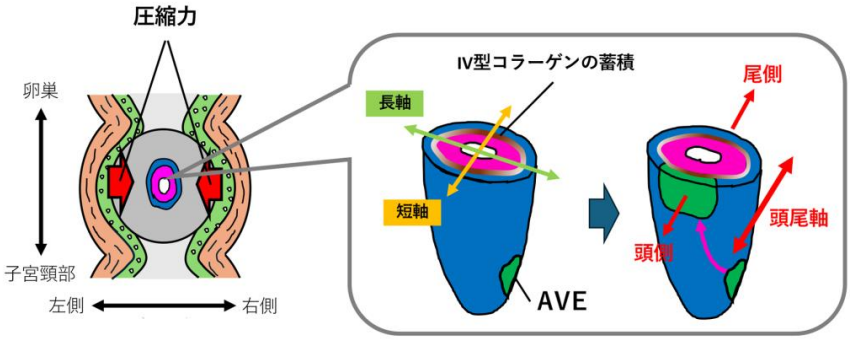
情報解禁日時（テレビ・ラジオ・WEB 等）：２０２６年１１月２６日 午前４時
新聞は２６日朝刊から情報をご利用いただけます。
配信先：文部科学記者会、科学記者会、岡崎市政記者会、横須賀市政記者クラブ、名古屋教育記者会、
神戸市政記者クラブ、神戸民間放送記者クラブ、大阪科学・大学記者クラブ、京都大学記者クラブ

２０２６年１１月２４日

自然科学研究機構 基礎生物学研究所
総合研究大学院大学
名古屋大学
理化学研究所

マウスの体作りにおいて頭部-尾部の方向を決める「最初のきっかけ」を解明
～子宮からの圧縮力が決める～

我々ヒトを含め動物の体には頭側-尾側・背側-腹側・左側-右側の 3 つの軸（体軸）があります。これらの体軸は受精卵から体が作られる過程の初期に形成され、形成された体軸を土台に体作りが進みます。明確な軸が存在しない（対称な）球状の卵から「軸をどの向きに形成するか」を決めるのは体作りの土台を作る重要な仕組みです。頭側-尾側（頭尾）軸を作るには卵内で頭部または尾部を決める「最初のきっかけ」が必要です。しかし、哺乳類においてこの「最初のきっかけ」はこれまで明らかではありませんでした。基礎生物学研究所 初期発生研究部門の御子柴 誠也 研究員（元 名古屋大学大学院 理学研究科 大学院生）、小山 宏史 助教（現 国立循環器病研究センター 室長）、岡 早苗 技術主任、藤森 俊彦 教授（兼 総合研究大学院大学 教授／理化学研究所 生命機能科学研究センター 生体モデル開発チーム 客員研究員）らは名古屋大学大学院 理学研究科の日比 正彦 教授、理化学研究所 生命機能科学研究センター 生体モデル開発チーム／動物実験支援チームの阿部 高也 技師、清成 寛 チームディレクターとの共同研究により、マウスにおいて、子宮から胚へ加わる方向性を持った圧縮力が将来の体の頭尾軸の方向を決めることを発見しました。胚（将来の胎児）は頭尾軸が出来上がる前の時期に子宮の特定の方向から圧縮力を受けることを見出すとともに、この圧縮力を模倣した子宮外培養システムを構築することで、圧縮力がどのようにして将来の頭尾軸を決めるのかを解明しました。この研究は哺乳類において受精卵から体ができる過程で頭尾軸を決める「最初のきっかけ」を明らかにするとともに、胎児への栄養供給が主な役割だと考えられてきた子宮が、力学的作用を通して体作りの土台を構築する過程にも関与していることを示すものです。本研究成果は 2026 年 11 月 25 日付けで Science Advances 誌に掲載されます。



図：本研究によって示された子宮からの圧縮力によるマウス胚の頭尾軸決定の仕組み。

情報解禁日時（テレビ・ラジオ・WEB 等）：２０２６年１１月２６日 午前４時
新聞は２６日朝刊から情報をご利用いただけます。
配信先：文部科学記者会、科学記者会、岡崎市政記者会、横須賀市政記者クラブ、名古屋教育記者会、
神戸市政記者クラブ、神戸民間放送記者クラブ、大阪科学・大学記者クラブ、京都大学記者クラブ

【研究の背景】

受精卵から動物の体が作られる過程において、将来の体に存在する頭尾・背腹・左右の 3 つの軸がどのように形成されるのかを解明することは、動物の体作りの仕組みを理解するために重要です。たった 1 つの細胞である受精卵は細胞分裂を繰り返し、複数の細胞から成る「胚」と呼ばれる状態になります。機能する体を作り出すためには、胚の中に体軸を形成する必要があります。胚は形成された体軸を土台としてその後の体の構造、例えば「どこに臓器を作るか」などを決めます。これまでに様々な生物種で胚の頭尾軸の向きを決める「最初のきっかけ」が研究されてきました。例えば、アフリカツメガエルでは母体が卵を作る段階で卵内に物質の偏りを持っており、さらに受精時に精子が侵入する点を基点として頭尾軸と背腹軸の向きが決まります。また、ニワトリでは胚が卵管の中に居る段階で、卵黄の上に存在する円盤型の胚が重力の作用によって傾いて存在しており、円盤の最も上側の縁から中心に向かって頭尾軸が形成されます。一方、哺乳類では頭尾軸を決める「最初のきっかけ」はこれまで明らかではありませんでした。マウスにおいては、円筒形の胚の遠位端(図 1;矢状断面)に形成される特殊な細胞集団：前方臓側内胚葉 (Anterior Visceral Endoderm; AVE)が移動した先が将来の頭側になり、その対極が尾側となることが知られています(図 1;横断面)。しかし、AVE が遠位端からどの方向に向かって移動するかを決める仕組みは明らかではありませんでした。頭尾軸ができる時期のマウス胚は周囲を子宮組織に囲まれた状態であり、子宮からの刺激が AVE の移動方向を決める(=最初のきっかけ)である可能性がありましたが、子宮の深部に存在する大きさ数百μｍの胚の観察・解析は困難でした。

【研究の成果】

本研究では近年発展した手法(組織透明化法)を用いて子宮内部の胚を 3 次元的に高い分解能で観察することに成功しました(図 1)。それにより、胚の横断面は子宮の左右に沿って少し潰れた楕円のような形をしていることを見出し、潰れた方向に頭尾軸が形成される傾向にあることを発見しました(図 1;横断面)。また、子宮の一番外側を囲う子宮筋層が胚に加わる圧縮力を生み出していることも明らかにしました。この圧縮力を模倣し、子宮外で胚を培養するシステム(図 2;上段)を構築することで、胚が圧縮力の加わった方向に頭尾軸を形成する様子を観察することに成功しました(図 2;下段)。また、このシステムにより、胚の圧縮力が加わった側面には AVE の移動の足場となるタンパク質である IV 型コラーゲンが蓄積することで AVE が胚横断面の短軸側に移動することを突き止めました(図 3)。これらの成果はマウス胚の体作りの土台となる頭尾軸を作り出す「最初のきっかけ」の機構を明らかにするとともに、哺乳類の体作りにおいて子宮が胎児への栄養供給や老廃物の排出だけでなく、力学的作用を通じて体作りの土台に関与することを示すものです。

情報解禁日時（テレビ・ラジオ・WEB 等）：２０２６年１１月２６日 午前４時
新聞は２６日朝刊から情報をご利用いただけます。
配信先：文部科学記者会、科学記者会、岡崎市政記者会、横須賀市政記者クラブ、名古屋教育記者会、神戸市政記者クラブ、神戸民間放送記者クラブ、大阪科学・大学記者クラブ、京都大学記者クラブ

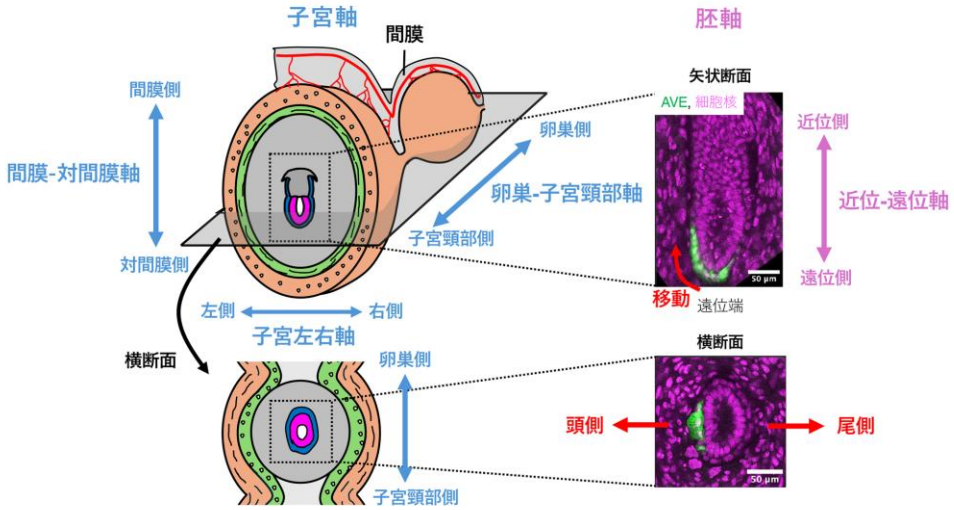


図１：マウス子宮の模式図と組織透明化法を用いて観察した内部の胚。マウス子宮は一方の端が卵管を経て卵巣に、他方が子宮頸部に繋がった管状の構造をとる。胚は管状の子宮内で等間隔に着床する。右図のマゼンタは胚及び子宮組織の細胞の核、AVE(頭側を決める細胞集団)は緑色で観察される。

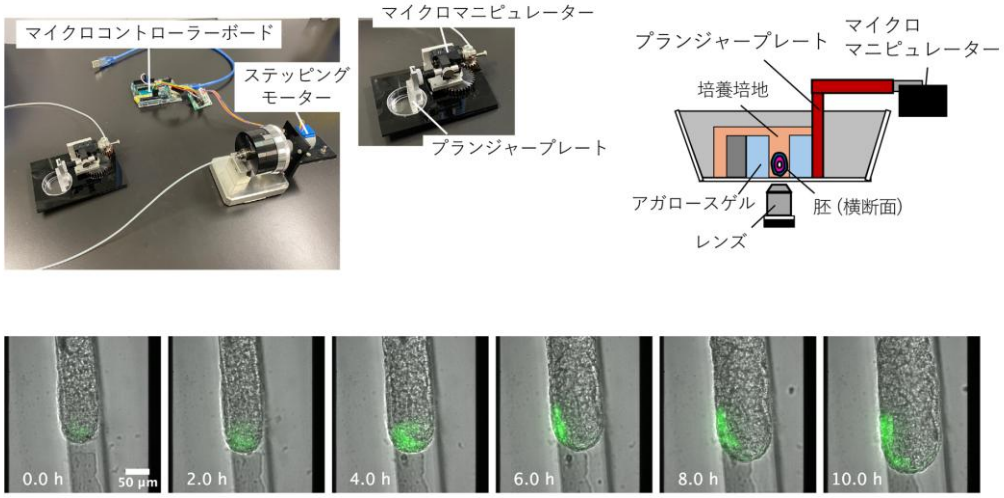


図２：子宮からの圧縮力を子宮外で模倣した培養システムとシステム内で培養した胚。胚はゲルで作られた壁の間に設置される。片側のゲル壁はプランジャープレートと繋がっており、マイクロマニピュレーターで位置をμｍ単位で制御可能である。マイクロマニピュレーターをステッピングモーターとマイクロコントローラーボードで制御することで、特定のパターンの動きを繰り返すことができる。今回は胚が過度に変形するのを防ぐため、ゲル壁により胚に圧縮力を加えつつ、胚の成長にあわせて２時間あたり９μｍずつ壁間の距離を広げながら培養を行った。緑色で示される AVE が圧縮を受けた胚の側面に向かって移動する様子が観察された。

情報解禁日時（テレビ・ラジオ・WEB 等）：２０２６年１１月２６日 午前４時
新聞は２６日朝刊から情報をご利用いただけます。
配信先：文部科学記者会、科学記者会、岡崎市政記者会、横須賀市政記者クラブ、名古屋教育記者会、神戸市政記者クラブ、神戸民間放送記者クラブ、大阪科学・大学記者クラブ、京都大学記者クラブ

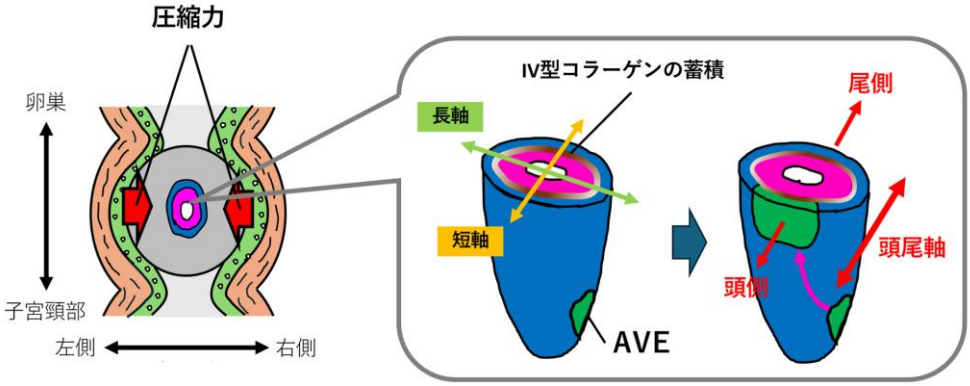


図 3:本研究によって示された子宮からの圧縮力によるマウス胚の頭尾軸決定の仕組み。遠位端に形成された AVE は圧縮によって IV 型コラーゲンが蓄積した短軸端に向かって移動し、圧縮力の方向に沿った頭尾軸を形成する。

【今後の展望】

哺乳類では胚は子宮に着床し、その後子宮内で成長します。着床直後の胚では頭尾軸の形成を含め体作りの土台となる重要な現象が起きますが、子宮の奥深くに存在する大きさ 1 mm 以下の胚を子宮内で観察・解析するのは技術的に困難であり、特にこの時期の胚がどのように子宮と相互作用しながら成長しているのかについて分かっていることは多くありません。今回の成果では近年発展した観察法によって得られた子宮内での胚の様子を基に、子宮から胚への方向性のある圧縮力を子宮外で模倣した環境を構築しました。この環境で胚を培養することで、子宮内で起こる頭尾軸形成過程の一部を再現しました。こうした手法を用いて、今後哺乳類胚の体作りにおいて子宮が果たす役割がさらに解明されることが期待されます。

【発表雑誌】

雑誌名：*Science Advances*
掲載日：米国東部時間 2026 年 11 月 25 日 午後 2 時（日本時間 11 月 26 日 午前 4 時）
論文タイトル：Uterine-derived anisotropic compressive force specifies the anterior-posterior axis orientation in the mouse embryo
著者：Seiya Mikoshiba†, Hiroshi Koyama, Sanae Oka, Takaya Abe, Hiroshi Kiyonari, Masahiko Hibi, Toshihiko Fujimori*（†筆頭著者、*責任著者）
DOI：https://doi.org/10.1126/sciadv.aej0558

【報道解禁日時】

日本時間 2026 年 11 月 26 日午前 4 時。新聞は 26 日朝刊より情報をご利用頂けます。

【研究グループ】

本研究は基礎生物学研究所 初期発生研究部門（総合研究大学院大学 基礎生物学コース）、名

情報解禁日時（テレビ・ラジオ・WEB等）：２０２６年１１月２６日 午前４時
新聞は２６日朝刊から情報をご利用いただけます。
配信先：文部科学記者会、科学記者会、岡崎市政記者会、横須賀市政記者クラブ、名古屋教育記者会、
神戸市政記者クラブ、神戸民間放送記者クラブ、大阪科学・大学記者クラブ、京都大学記者クラブ

古屋大学大学院 理学研究科 器官機能学グループ、理化学研究所 生命機能科学研究センター 生体モデル開発チーム／動物実験支援チームによる共同研究成果です。

【研究サポート】
本研究は、日本学術振興会科学研究費助成事業(17H03689、21H02494、22H05168、24K02039、24H01990、26H01000)、日本学術振興会科学研究費助成事業 特別研究員奨励費(24KJ1266)、東海国立大学機構 融合フロンティア次世代研究事業(B230110020)の支援を受けて行われました。