

2026 年 8 月 26 日

文部科学記者会、科学記者会、千葉県政記者クラブ、PR TIMES 御中

国立大学法人千葉大学

国立大学法人熊本大学

情報・システム研究機構 国立遺伝学研究所

卵子・精子をつくる遺伝子スイッチの進化を解明 — MEIOSIN は STRA8 に頼らず減数分裂の遺伝子を動かす力をもつ —

千葉大学大学院医学研究院／次世代 in vivo 研究探索センター（cNIVR）の石黒 啓一郎教授、島田 龍輝講師、熊本大学、国立遺伝学研究所からなる共同研究チームは、卵子や精子をつくるために欠かせない「減数分裂^{注1)}」が、どのような遺伝子のスイッチで始まるのかを調べました。その結果、これまで哺乳類で中心的と考えられてきた MEIOSIN^{注2)} と STRA8^{注3)} の仕組みに加えて、MEIOSIN 自体にも、STRA8 に頼らず減数分裂に必要な遺伝子を動かす基本的な働きがあることが分かりました。「減数分裂」の実行には、脊椎動物進化の早い生物群にまで共通の原理が利用されていることを明らかにしました。この成果は、生殖細胞^{注4)} が卵子・精子へ進むしくみやその進化を理解する手がかりとなり、不妊治療や生殖細胞形成の異常を理解する基礎知識にもつながることが期待されます。本研究成果は、2026 年 8 月 25 日に学術誌 Genes & Development で公開されました。

（論文はこちら：10.1101/gad.353802.126）

■研究の背景（詳細は別添参照）

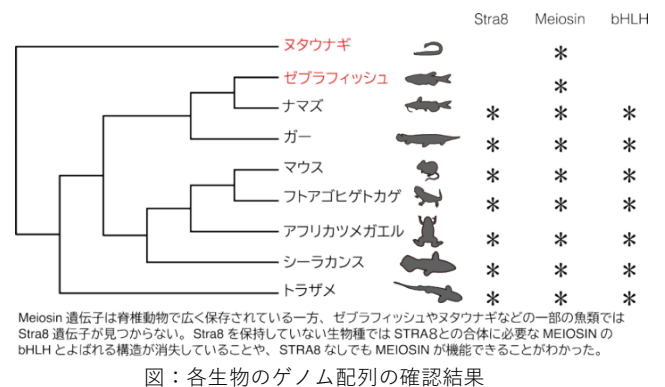
私たちの体では、卵子や精子がつくられるときに「減数分裂」という特別な細胞分裂が起こります。減数分裂は、親から子へ遺伝情報を受け渡すために必要な、生命にとって非常に重要な過程です。この減数分裂が始まるには、多くの遺伝子が適切なタイミングで働き始める必要があります。哺乳類では、MEIOSIN と STRA8 という 2 つの因子が協力して、このスイッチを入れると考えられてきました。ゼブラフィッシュ^{注5)} など一部の魚では、ゲノム配列を探しても STRA8 が見つからないにもかかわらず減数分裂は起こります。そこで本研究では、STRA8 がいない動物では、減数分裂のスイッチはどのように入るのか、また MEIOSIN には単独でも働く力があるのかを調べました。

■研究成果のポイント（詳細は別添参照）

- ・硬骨魚類であるゼブラフィッシュとより原始的な魚類であるヌタウナギでは、STRA8 が見つからない一方で、MEIOSIN にあたる遺伝子(Meiosin 遺伝子)が残っていることを確認しました。
- ・ゼブラフィッシュでは、Meiosin 遺伝子が卵子や精子へ向かう生殖細胞で一時的に働きます。MEIOSIN を失わせると、卵子の減数分裂が不完全であるため卵巣の発達が進まず、すべてが雄として発達しました。
- ・STRA8 に結合出来ないように MEIOSIN の一部を欠いた変異体マウスを作ると、完全な減数分裂はできないものの、少なくとも減数分裂に向かう初期の遺伝子を活性化させることができました。
- ・哺乳類ではさらに STRA8 を利用することで減数分裂の開始を頑強にしていることがわかりました。
- ・これらの結果から、MEIOSIN にはもともと STRA8 に依存しない基本的な活性があり、哺乳類において STRA8 はその働きを強め、より確実にする役割をもつと考えられます。

■今後の展望（詳細は別添参照）

今後は、MEIOSIN が細胞の中でどのような因子と協力して減数分裂に必要な遺伝子を動かしているのか



を明らかにし、卵子や精子が正しくつくられる仕組みをさらに理解していきたいと考えています。

■用語解説

注 1) 減数分裂：卵子や精子をつくるときに起こる特別な細胞分裂。通常の細胞分裂とは異なり、染色体の数を半分にして、受精後に正しい数に戻る。

注 2) MEIOSIN：減数分裂の開始に関わるタンパク質。減数分裂に必要な遺伝子を動かすスイッチの一つとして働く。

注 3) STRA8：哺乳類などで MEIOSIN と協力し、減数分裂を始めるために働くタンパク質。一部の魚類では見つかっていない。

注 4) 生殖細胞：将来、卵子や精子になる細胞。親から子へ遺伝情報を受け渡す役割をもつ。

注 5) ゼブラフィッシュ：インド原産の硬骨魚類に属する小型淡水魚で、飼育が容易かつ多産で早育等の理由から広く研究に用いられている。

■論文情報

タイトル：MEIOSIN retains a STRA8-independent activity that contributes to meiotic gene activation across vertebrates

著者：Ryuki Shimada, Yukiko Imai, Kimi Araki, Toshihiro Kawasaki, Sakie Iisaka, Shingo Usuki, Kei-ichiro Yasunaga, Sayoko Fujimura, Naoki Tani, Hitoshi Niwa, Shigehiro Kuraku, Noriyoshi Sakai, Kei-ichiro Ishiguro

雑誌名：Genes & Development

DOI：10.1101/gad.353802.126

■研究プロジェクトについて

本研究は、科学研究費助成事業(22K15039、25K18480、23H00379、24H02050、25H01304、22H04922)、持田記念医学薬学振興財団、武田科学振興財団、内藤記念科学振興財団、熊本大学発生医学研究所 高深度オミクス研究拠点ネットワーク事業などの支援を受けて実施されました。

<研究に関するお問い合わせ>

千葉大学大学院医学研究院 教授 石黒 啓一郎

Mail: ishigurokei[at]chiba-u.jp

<広報・報道に関するお問い合わせ>

千葉大学 広報室

Mail: koho-press [at] chiba-u.jp

熊本大学 総務部 総務課 広報戦略室

Mail: sos-koho [at] jimu.kumamoto-u.ac.jp

情報・システム研究機構 国立遺伝学研究所 広報室

Mail: prkoho[at]nig.ac.jp

※[at]を@に置き換えてください。



本研究の成果を解説した動画
YouTube (報道関係者向け限定公開)
<https://youtu.be/0gvwuHvbsi8>



石黒研究室



(添付資料)

■研究の背景

卵子や精子がつくられるとき、生殖細胞では「減数分裂」と呼ばれる特別な細胞分裂が起こります。減数分裂では染色体の数が半分になり、受精後に次世代の細胞で正しい染色体数が保たれるようになります。この過程は、親から子へ遺伝情報を受け渡すために欠かせない生命現象です。

減数分裂を始めるには、多数の遺伝子が決まったタイミングで一斉に働き始める必要があります。哺乳類では、MEIOSIN と STRA8 という 2 つの因子が協力して、この「減数分裂開始のスイッチ」を入れると考えられてきました。この両者は減数分裂を実行するのに必須の働きをすることが、先行研究からわかっていました。

減数分裂のスイッチ遺伝子については、進化上の一つの大きな謎がありました。一

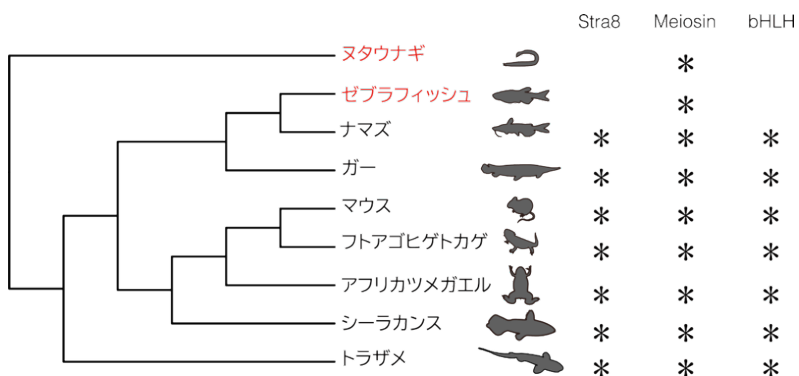
方で、ゼブラフィッシュやヌタウナギ(円口類とよばれる原始的な魚)など一部の脊椎動物では、ゲノム配列を調べても STRA8 が見つかりません。それにもかかわらず、これらの動物でも減数分裂は正常に起こります。STRA8 のような大事な遺伝子がないにもかかわらず何故、一部の魚では減数分裂を起こすことができるのかは謎でした。このことから、STRA8 がいない動物ではどのように減数分裂が始まるのか、また MEIOSIN には単独でも減数分裂に必要な遺伝子を働かせる力があるのか、という疑問が残されていました。

■研究の成果

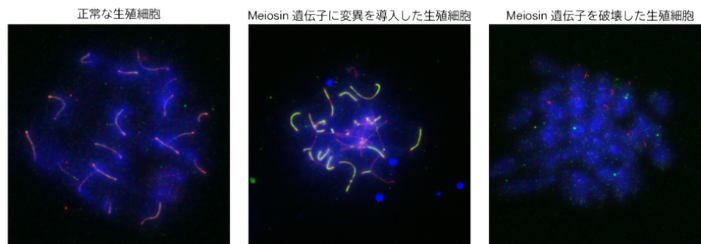
本研究では、脊椎動物における MEIOSIN と STRA8 の進化的な保存性を比較し、さらにゼブラフィッシュとマウスを用いた遺伝学的解析を行いました。その結果、STRA8 が見つからないゼブラフィッシュとヌタウナギにも、MEIOSIN に相当する遺伝子が残っていることを確認しました。これらの MEIOSIN は、哺乳類で STRA8 との結合に関わる bHLH 領域^{注6)}を欠く一方で、HMG 領域^{注7)}を保持していました。

ゼブラフィッシュでは、meiosin 遺伝子は卵子や精子へ向かう生殖細胞で一時的に働くことが分かりました。meiosin 遺伝子を欠損させたゼブラフィッシュでは、成体はすべて雄として発達し、若い時期の生殖巣では卵母細胞の発達が途中で止まることが示されました。これは、MEIOSIN がゼブラフィッシュの雌性生殖細胞の発達、特に卵巣を維持する過程に重要であることを示しています。

さらにマウスで、MEIOSIN から bHLH 領域を取り除いた変異体を解析したところ、完全な減数分裂は進行しないものの、減数分裂に向かう初期の特徴や一部の遺伝子発現は誘導されました。また、STRA8 を欠く条件でも、MEIOSIN に関連する一部の遺伝子発現が残ることが示されました。



Meiosin 遺伝子は脊椎動物で広く保存されている一方、ゼブラフィッシュやヌタウナギなどの一部の魚類では STRA8 遺伝子が見つからない。Stra8 を保持していない生物種では STRA8 との合体に必要な MEIOSIN の bHLH とよばれる構造が消失していることや、STRA8 なしでも MEIOSIN が機能できることがわかった。



MEIOSIN は減数分裂の開始に不可欠な因子であるため、Meiosin 遺伝子を破壊した生殖細胞 (卵子・精子の元となる) では、減数分裂に重要な遺伝子のシグナル (緑や赤) が殆ど見られない。しかし、STRA8 と結合できないように MEIOSIN の一部を欠失変異を導入した生殖細胞 (Meiosin-ΔbHLH) では、不完全ながら減数分裂の進行が確認される。(青は DNA を表す)

図：本研究の概要図

これらの結果から、MEIOSIN には STRA8 に頼らず減数分裂関連遺伝子を動かす基本的な活性があり、哺乳類では STRA8 がその働きを強め、減数分裂開始プログラムをより確実に進める役割を担っていると考えられます。本成果は、卵子・精子がつくられる仕組みの進化を理解するうえで重要な手がかりとなります。

■今後の展望

減数分裂は、精子や卵子をつくり、次世代へ命をつなぐための出発点となる重要な現象です。今回の研究は、脊椎動物進化の早い段階から存在する生物群にまで遡って視野を広げることで、多くの示唆を得た研究でした。本研究により、哺乳類で知られていた仕組みに加えて、進化の過程でより古くから受け継がれてきた可能性のある MEIOSIN の働きが見えてきました。MEIOSIN は、魚類、両生類、爬虫類、哺乳類に共通して、生殖細胞で減数分裂を開始させるための重要な実行役であると考えられます。とりわけ、ヒトでも MEIOSIN の働きが失われると不妊につながるということが知られており、その基本的な機能を理解することは、卵子・精子がどのようにつくられるのかを知るうえで重要です。

また、減数分裂は中学・高校の理科や生物でも学習する生命現象の基本ですが、本研究は、その開始機構について、従来の教科書的な理解に新たな視点を加える発見といえます。今後は、MEIOSIN が細胞の中でどのような因子と協力して減数分裂に必要な遺伝子を動かしているのかを明らかにし、卵子や精子が正しくつくられる仕組みをさらに理解していきたいと考えています。

■用語解説

注 6) bHLH 領域：タンパク質同士の結合などに関わる領域。本研究では、哺乳類の MEIOSIN と STRA8 が結合するために重要であることが示された。

注 7) HMG 領域：DNA や染色体に関わるタンパク質にしばしば見られる領域。本研究では、ゼブラフィッシュやヌタウナギの MEIOSIN にも保存されており、MEIOSIN の基本的な働きに関わる可能性がある。