陸上植物の生活環をコントロールする指令遺伝子の発見

私たち生物はその細胞の中に、体を作る情報、遺伝子を持っています。遺伝子は染色体に含まれていますが、生物には染色体のセットを１組持っている時期（単相）と２組持っている時期（複相）があります[註]。わたしたち人間の体は複相にあたり、単相に相当するのは卵や精子といった単細胞で、これらはいずれも単独では生活できません。一方、ドイツのホフマイスターは160年以上前に陸上植物[註]は形も特徴も異なる多細胞の体を交互に作ることを発見しました。その後、それぞれの体の染色体数が調べられ、単相と複相に相当することがわかってきました。現在では、陸上植物は単相と複相とで異なる体作りのプログラムを持ち、そのスイッチが切換わると考えられるようになりました。今回、広島大学大学院理学研究科の榊原恵子特任助教、出口博則教授らは基礎生物学研究所の長谷部光泰教授らとの共同研究により、コケ植物ヒメツリガネゴケ[註]を使って複相から単相への切換えにスイッチとして働く遺伝子を発見しました。この遺伝子を取り除いて育てると、複相の時期に間違って単相の体を作ってしまいます。現在、地球上で最も反映している陸上植物は花を咲かせる被子植物[註]ですが、その体の大半は複相ですので、このスイッチがうまく働くことは植物にとってとても大切です。この成果は、科学雑誌Scienceに3月1日（日本時間）に発表されます。

[研究の背景]

陸上植物は単相と複相で形の異なる多細胞の体を作ります(図１)。単相と複相とで異なる遺伝子が働いて、異なる体を作らせていると考えられてきました。現在、地球上で最も繁栄している花を咲かせ、種子を形成する被子植物は複相が生活の中心であることから、陸上植物にとってきちんと複相の体ができることは重要であると考えられます。しかし、その制御の仕組みはホフマイスターによる陸上植物の生活環の発見以来、160年の謎であり続けました。

[研究の成果]

広島大学大学院理学研究科の榊原恵子特任助教、出口博則教授らの研究グループはオーストラリア・モナシュ大学、基礎生物学研究所との共同研究によって、KNOX2[註]と呼ばれるホメオボックス遺伝子（動物、植物、菌類に共通の転写因子（指令遺伝子）[註]）が陸上植物の複相から単相への制御に働いていることを発見しました。コケ植物のヒメツリガネゴケでKNOX2遺伝子を取り除くと、複相の成長が途中で止まり、単相の体ができました（図２）。また、この時の単相の細胞に含まれているDNA（染

色体に含まれている遺伝子の物質）含有量は通常の単相の細胞の２倍でした。このことから、KNOX2遺伝子は複相において単相の形作りの遺伝子を働かないように抑制しているとわかりました。陸上植物の祖先である緑藻は複相に多細胞の体を作れないし、緑藻からはこのKNOX2遺伝子は報告されていません。この遺伝子ができることにより、陸上植物は現在のように複相と単相の両方に多細胞の体を繰り返し作れるようになったと考えられます。この成果は、科学雑誌Scienceに3月1日（日本時間）に発表されます。

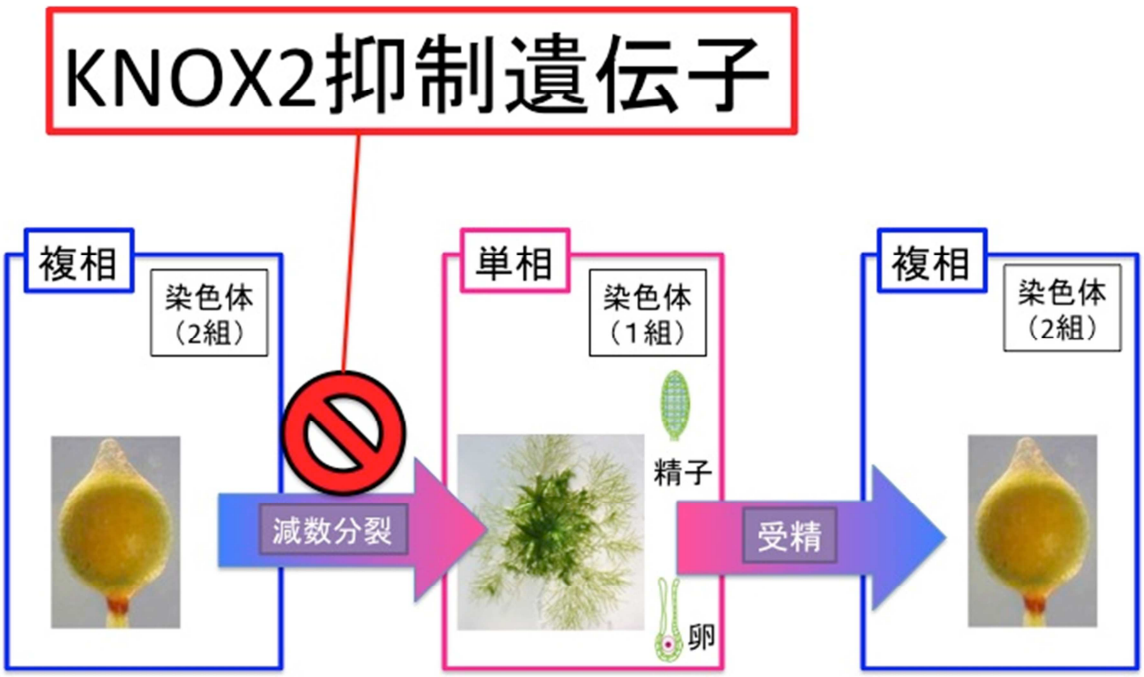

図１　陸上植物（コケ植物）ヒメツリガネゴケの生活環

陸上植物はその生活環の中で単相と複相にそれぞれ異なる多細胞の体を作る。KNOX2遺伝子が複相から単相への切換えに働くことがわかった。

図２　KNOX2遺伝子は単相から複相へのスイッチとして機能する

ヒメツリガネゴケのKNOX2遺伝子を取り除いて育てると、複相の成長が途中で停止し、単相に似た組織が作られる（やじり）。

左：ヒメツリガネゴケの通常の複相。中：KNOX2遺伝子を取り除いたヒメツリガネゴケの複相。右：ヒメツリガネゴケの通常の単相。３枚の写真は同倍率である。

[今後の展開]

KNOX2遺伝子は花を咲かせる被子植物からも報告されていますが、機能はよくわかっていませんでした。今回の発見をきっかけに、被子植物のKNOX2遺伝子も複相から単相への制御に働いているかわかるようになるかもしれません。それを利用することで、花が咲きにくい作物から自在に単相の精子や卵を作ったり、染色体を２組持った精子や卵を作れるようになったりすれば、新しい育種が可能になり、農業などに有用と期待されます。今回の発見はそのような研究につながる可能性があります。

[発表雑誌]

Science

論文タイトル：KNOX2 genes regulate the haploid to diploid morphological transition in land plants 「KNOX2遺伝子は陸上植物において単相から複相への形態的転換を制御する」

著者：Keiko Sakakibara*, Sayuri Ando, Hoichong Karen Yip, Yosuke Tamada, Yuji Hiwatashi, Takashi Murata, Hironori Deguchi, Mitsuyasu Hasebe, and John L. Bowman*（*責任著者）

[研究グループ]

本研究は、以下の５機関にわたる共同研究チームによる成果です。

広島大学大学院理学研究科生物科学専攻（榊原恵子、出口博則）

基礎生物学研究所生物進化研究部門（榊原、安藤沙友里、玉田洋介、日渡祐二、村田隆、長谷部光泰）

アメリカカリフォルニア州立大学デービス校(Hoichong Karen Yip、John L. Bowman)

科学技術振興機構ERATO長谷部分化全能性進化プロジェクト（榊原、安藤、長谷部）

オーストラリア・モナシュ大学（榊原、Bowman）

[研究サポート]

本研究は、科学技術振興機構、文部科学省科学研究費補助金のサポートを受けて実施されました。

[本件に関するお問い合わせ先]

広島大学理学研究科生物科学専攻
特任助教　榊原　恵子（さかきばら　けいこ）
Tel: 082-424-7452　Fax: 082-424-7452 Email:bara@hiroshima-u.ac.jp

基礎生物学研究所　生物進化研究部門
教授　長谷部　光泰（はせべ　みつやす）
Tel: 0564-55-7546 Fax: 0564-55-7549 Email: mhasebe@nibb.ac.jp

[報道担当]

広島大学　学術・社会産学連携室　広報グループ　多賀　信政
TEL：082-424-6017
E-mail:koho@office.hiroshima-u.ac.jp

基礎生物学研究所　連携・広報企画運営戦略室 倉田 智子

TEL: 0564-55-7628
E-mail: press@nibb.ac.jp

[専門用語]

生活環
　生物の異なる形態が周期的に出現することを表す用語。特に単相と複相の体が交互に現れること。

指令遺伝子
　様々な遺伝子を働かせたり、休ませたりする指令をだす働きをする遺伝子。転写因子とも呼ばれている。ホメオボックス遺伝子や MADS ボックス遺伝子が代表として知られている。

単相と複相
　生物の生活環の中で、染色体を１組持つ時期を単相、２組持つ時期を複相という。

陸上植物
　コケ植物、シダ植物、種子植物（裸子植物と被子植物が含まれる）からなる緑藻を祖先とする陸上に進出した植物の仲間。

被子植物
　花を咲かせる植物のこと。

コケ植物
　陸上植物の中で最初に分かれた仲間。

ヒメツリガネゴケ
　よく研究に用いられているコケ植物の仲間。2008 年に全ゲノム情報が決定され、公開された。

KNOX2 遺伝子
　指令遺伝子であるホメオボックス遺伝子の一つ。陸上植物はこの遺伝子を持っている。