

領域代表者	大阪公立大学・国際基幹教育機構/理学研究科生物学専攻・准教授	
	小林 康一（こばやし こういち）	研究者番号:40587945
研究領域情報	領域番号：22H05074 キーワード：色素体、光合成、植物、細胞分化、病害応答	研究期間：2022年度～2024年度

なぜこの研究を行おうと思ったのか（研究の背景・目的）

●研究の概要

植物特有の細胞小器官である色素体（プラスチド）は、細胞分化やストレス応答と連動して葉緑体やアミロプラストなどに機能分化し、それぞれ光合成やデンプン蓄積などの様々な役割を担う。一方で、全ての色素体の前駆体であり、多能性を有するプロプラスチドは、各色素体から脱分化して世代を超えて伝えられる。高い可塑性（柔軟に変化する性質）を持つ色素体の獲得が、陸上植物の進化や繁栄につながったことは間違いないが、色素体の分化転換能の獲得経緯やその分子制御機構は明らかでない（図1）。本研究では、植物における色素体の分化相転換のメカニズムを解明し、植物が独自に作り上げた細胞機能とその制御機構を明らかにすることを目的とする。

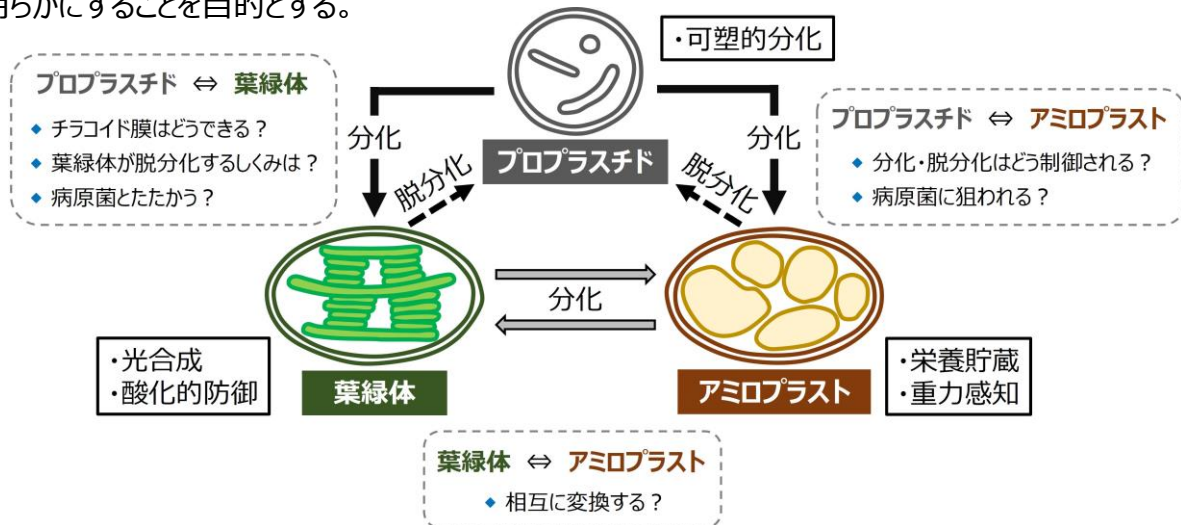


図1 主な色素体の種類や役割と、それらの相互変換を可能にする分化可塑性

●研究の背景

色素体は植物に特有の細胞小器官で、細胞内に共生したシアノバクテリアを起源とする説（細胞内共生説）が広く信じられている。単細胞藻類では、色素体は専ら葉緑体として存在し光合成を担うが、多様な組織・器官を有する陸上植物では、細胞の機能化や成長段階、種々のストレスに連動してさまざまなタイプの色素体へ分化・脱分化する（図2）。

色素体は植物の生命活動のあらゆる場面に関与しており、環境や他生物との関わりにおいても中心的な働きをしている。高い分化可塑性と多様な機能をもつ色素体の獲得が、植物の進化や繁栄を可能にしたと考えられるが、色素体がどのように分化可塑性を発揮するようになったのか、それが植物の進化とどのように関係しているのかは、明らかでない。

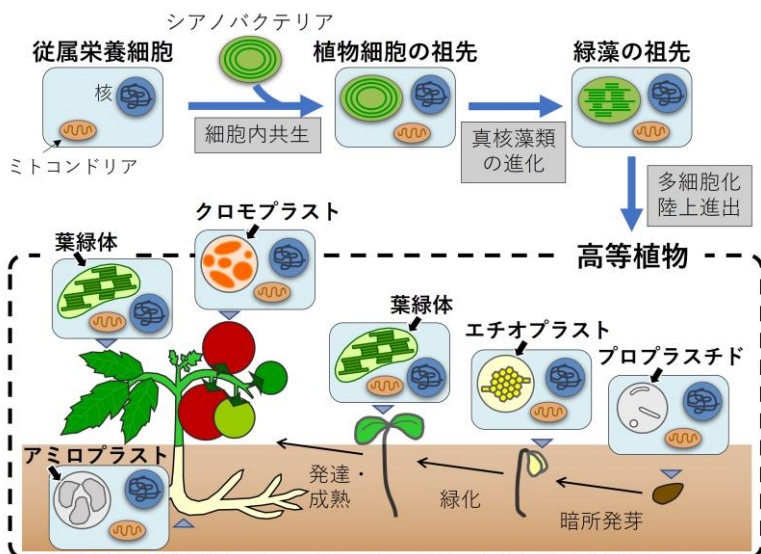


図2 葉緑体の細胞内共生進化と色素体としての多様化

● 研究の目的

色素体が相互に変換しうることは135年も前に記述されているにも関わらず、色素体の分化転換能の獲得経緯やその分子制御機構は未だ明らかでない。また色素体の分化や機能変換を細胞・組織特異的に引き起こすメカニズムもほとんど分かっていない。色素体の多様な形態・機能と分化転換は、どのような分子制御によって成り立ち、植物細胞の機能と分化にどのように影響しているのだろうか。

本研究では、植物の発達や環境応答などのさまざまな場面において、色素体が主役となって植物細胞の分化や機能転換を駆動する未知の仕組みがあるのではないかという発想のもとに、その仮説を検証する。植物の高い分化可塑性を可能にするメカニズムや、葉緑体の発達制御による光合成機能の調節機構、色素体を介した外敵との環境応答のあり方等を解明することで、色素体を中心とした植物細胞の分化転換と環境応答の仕組みを理解することを本研究の目的とする。その知見をもとに、色素体の分化転換や機能の制御を利用した組織培養技術の確立や植物機能の強化・創出を目指す。



図3 核と色素体による
双方向の分化制御

この研究によって何をどこまで明らかにしようとしているのか

● 細胞と色素体の協調的な分化転換を引き起こす分子機構

核ゲノムと色素体ゲノムの間には、情報を相互にやりとりする連絡通路が存在するはずである。細胞の分化・脱分化時に核は色素体ゲノムにどのような変化を引き起こし、逆に色素体はどのように核ゲノムに影響を与えるのかを、細胞内ゲノム間相互作用という新たな観点から明らかにする。

● 植物の生命活動の基盤となる葉緑体の発達制御メカニズム

葉緑体が行う光合成は植物生長の基盤であり、植物の生涯を通してその生き方に影響を与える。その光合成を行う場（チラコイド膜）がどのように作られ、それが細胞の分化状態にどのように作用するのかを、光合成反応の場の形成機構を通して解明する。

● 植物の組織培養の可能性を広げる色素体分化転換制御

植物特有のオルガネラである色素体の機能を如何にコントロールできるかが、植物培養組織の確立や利用可能性を左右する。色素体の分化状態を規定する因子を突き止め指標化することで、組織培養時の色素体の振る舞いを可視化し、植物の分化制御技術の確立につなげる。

● 植物と病原菌の、色素体をめぐる攻防のメカニズム

植物の色素体を制御したいのは人だけではない。病原菌にとって、葉緑体は最大の抵抗勢力である一方、デンプンをもつ色素体は栄養の貯蔵庫である。病原菌は、葉緑体を無力化・ゾンビ化したり、色素体を崩壊させたりすることで勢力拡大をみるみ、植物はそれに対抗する。この攻防の仕組みを明らかにし、植物の病害抵抗性の向上を目指す。

● 色素体を中心に植物の理解と応用をめざす研究領域の創生

かつては「共生体」であったとされる葉緑体は、柔軟かつ多様に分化する色素体として、植物の根幹を支えている。この植物の生き方を規定する色素体の振る舞いとそのあり方について、細胞分化・脱分化、光合成機能の発現と制御、植物オルガノイド（培養器官）、病害応答、などのさまざまな局面から切り込む。得られた情報を統合することで、植物が独自にもつ機能や生命現象への理解を深めるだけでなく、他の生物にも共通しうる核とオルガネラとの関係について新たな概念の確立を目指す。



図4 傷ついた葉に生じたカルス組織細胞がカルス化（脱分化）するとき、色素体では何が起こるのか？

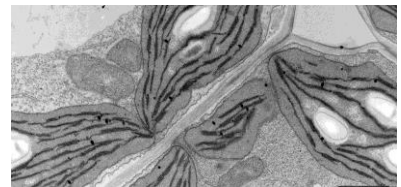


図5 葉緑体の電子顕微鏡像
光合成反応の場はどのように形成され、それは細胞の状態にどう影響する？



図6 培養組織から生じたオオムギの葉
培養組織から葉が分化するとき、色素体はどのような役割を担っている？



図7 病原菌による葉緑体のゾンビ化
病原菌による葉緑体の維持（ゾンビ化）は、どのような仕組みでおこなわれるのか？

