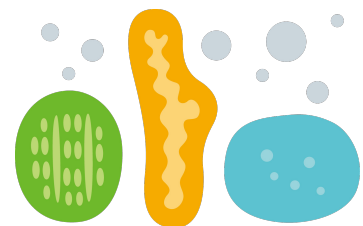


Cytogenomereg Newsletter

No.1 June 2025



- ◆ ご挨拶
- ◆ 計画研究班の紹介
- ◆ 2024 年度 研究成果 & 活動報告



Grant-Aid for Transformative Research Areas (A)
Manipulating Genomes of Intracellular Symbiotic Organelles:
Advancements in Technology, Applications for Fundamental Sciences, and Beyond.

目次

2	ご挨拶
3	計画研究班のご紹介
13	2024 年度 研究実績概要
14	2024 年度 領域内共同研究等
15	2024 年度 総括班活動報告
16	2024 年度 領域主催・共催イベント報告
19	2024 年度 広報活動報告

ご挨拶

学術変革領域(A)「細胞質ゲノム制御」ニュースレター創刊にあたって

このたび、私たちの学術変革領域(A)「細胞質ゲノム制御」のニュースレターを創刊する運びとなりました。本領域の研究活動や連携状況、最新の成果やイベント情報を、より多くの方々にわかりやすく発信することを目的としています。

本領域は、2024年度よりスタートした5年間の大型研究プロジェクトであり、細胞質ゲノム(ミトコンドリアや葉緑体、細胞内共生細菌が保有する独自のゲノム情報)を研究対象とする研究者らが集結し、従来の枠組みを超えた学際的アプローチにより研究推進することを特徴とする領域です。近年技術的なブレイクスルーが実現された細胞質ゲノム改変技術の改良に加え、それら技術を利用したさまざまな生物における「細胞質ゲノム制御」機構の基礎理解と応用展開にも挑戦しています。

領域内には、全国の大学・研究機関から多彩な専門性をもつ研究者が集い、個別課題に取り組むと同時に、互いに刺激し合いながらこの「細胞質ゲノム制御」領域の研究を、日本のお家芸、と呼ばれるレベルまで上げていくことを目指しています。

このニュースレターでは、研究代表・分担者からの最新報告や若手研究者の活躍紹介、研究動向、シンポジウムのご案内などを年一回お届けします。領域内外の皆さまとのコミュニケーションの一助となり、本領域の研究がより広く開かれたものとなることを願っております。今後とも、本領域の活動にご理解とご支援を賜りますよう、どうぞよろしくお願い申し上げます。

2025年6月
学術変革領域(A)「細胞質ゲノム制御」領域代表
有村 慎一(東京大学)

計画研究班のご紹介

A01

制御技術

A01-1 有村班

細胞質ゲノム編集と遺伝子導入技術の開発

A01-2 沼田班

オルガネラへの核酸および生理活性分子導入

B01

遺伝理解

B01-1 竹中班

植物細胞質ゲノムの遺伝子発現制御機構の解明

B01-2 佐藤班

ミトコンドリアゲノムの母性遺伝・動態・品質管理機構の解明

B01-3 西村班

ChloroTALEN で御する細胞質ゲノム/葉緑体核様体の動態・修復・母性遺伝

B02

利用展開

B02-1 石原班

ミトコンドリア介入による生体機能亢進技術の構築

B02-2 矢守班

細胞質ゲノム編集技術による高い光合成能を有する植物の創出とその機能解明

B02-3 木内班

細胞質共生細菌ボルバキアのゲノム編集による性制御と共生機構の解明

B02-4 風間班

ミトコンドリアに潜在する「オス殺し」システムの解明と育種への応用

A01-1：細胞質ゲノム編集と遺伝子導入技術の開発

【研究代表者】



有村 慎一
東京大学



研究室



Researchmap



ORCID

【研究分担者】



細川 正人
早稲田大学



高梨 秀樹
東京大学



奥野 未来
久留米大学



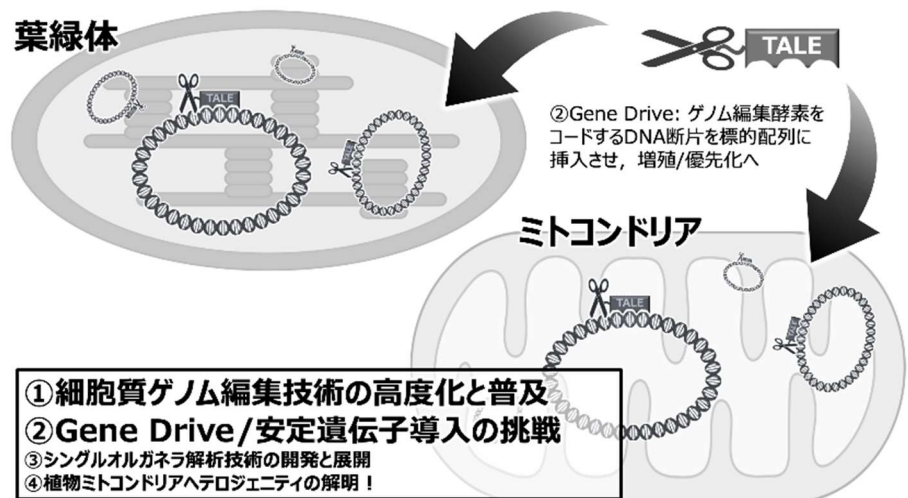
石網 史子
東京家政学院



【研究概要】

植物細胞質ゲノム編集技術の拡張を目指し、① 植物以外の多様な生物種での適用を領域内外の共同研究として行う。自由自在な細胞質ゲノム改変への挑戦として、②現在のゲノム編集の限界（標的切断と塩基置換）を超えた安定遺伝子導入に挑戦する。特にゲノム編集酵素をコードする DNA 配列を一過的遺伝子導入し（沼田班と協働）、Gene drive を応用した挿入遺伝子の増幅安定化を介し、世界で未達の多細胞生物ミトコンドリアゲノムの安定外来遺伝子挿入個体の作出を実現する。また、細胞内に複数存在するミトコンドリアの遺伝的個性やヘテロジェニティ（不均一性）の理解を目指し、③シングルオルガネラゲノミクス解析技術の確立、④③を用いた植物ミトコンドリアヘテロジェニティの解明を行う。新規開発した技術を含め領域内外に材料と技術提供を行いながら、

⑤技術の簡便化（キットやマニュアル化）を進め、誰でも利用できる細胞質ゲノム改変技術の普及浸透を目指す。



⑤技術の簡便化（キットやマニュアル化）を進め、誰でも利用できる細胞質ゲノム改変技術の普及浸透を目指す。

【研究業績】

1. Nakazato I, Okuno M, Zhou C, Itoh T, Tsutsumi N, Takenaka M, Arimura SI* (2022) Targeted base editing in the mitochondrial genome of *Arabidopsis thaliana*. *Proc Natl Acad Sci USA*, 119: e2121177119.
2. Nakazato I, Okuno M, Yamamoto H, Tamura Y, Itoh T, Shikanai T, Takanashi H, Tsutsumi N, Arimura SI* (2021). Targeted base editing in the plastid genome of *Arabidopsis thaliana*. *Nat Plants*, 7: 906-913.
3. Arimura SI*, Ayabe H, Sugaya H, Okuno M, Tamura Y, Tsuruta Y, Watari Y, Yanase S, Yamauchi T, Itoh T, Toyoda A, Takanashi H, Tsutsumi N (2020) Targeted gene disruption of ATP synthases 6-1 and 6-2 in the mitochondrial genome of *Arabidopsis thaliana* by mitoTALENs. *Plant J*, 104: 1459-1471.

A01-2：オルガネラへの核酸および生理活性分子導入

【研究代表者】



沼田 圭司
京都大学



研究室



Researchmap

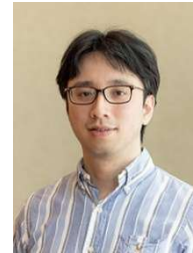


ORCID

【研究分担者】



山田 勇磨
北海道大学



Simon Law
理化学研究所

【研究概要】

既存の技術では細胞質ゲノム、特に多細胞生物のミトコンドリアのゲノムの改変は困難である。本研究では、異なる機能を有するペプチドを融合したペプチドや、カーボンナノチューブとペプチドを組み合わせた方法、ナノカプセル MITO-Porter を用いることで、多様な対象生物のゲノム保持オルガネラへの選択的な遺伝子導入が可能な複合バイオ技術を開発し提供する。沼田は「ペプチド法」と呼ばれる複数の機能性ペプチドを融合した DNA キャリアを用いることで、また山田は哺乳類で薬剤のミトコンドリア送達に成功している MITO-Porter を用いて、DNA などの核酸を細胞内の特異的なオルガネラに導入する。沼田らは、細胞透過ペプチド CPP に加えて、酵母由来のミトコンドリア移行配列とポリカチオンから成る融合ペプチドを利用することで、植物ミトコンドリアへ選択的に遺伝子を導入することに世界で初めて成功している。本研究では、1) タンパク質のオルガネラへの導入、2) 改変したオルガネラや細胞を選抜する技術の開発を実施する。有村班のゲノム編集技術と組み合わせることでその酵素やコード配列をオルガネラに送達することで、導入した遺伝子の標的的特異的挿入と野生型ゲノム消失を試みる。また、領域全体の多様な対象生物への送達材料供与と改変相談を行い、細胞質ゲノム遺伝子導入のスタンダード技術を確立する。

ミトコンドリアを標的としたデリバリーシステム



【研究業績】

1. Miyamoto T* et al., Numata K* (2022) Relaxation of the plant cell wall barrier via zwitterionic liquid pretreatment for micelle complex-mediated DNA delivery to specific plant organelles. *Angew Chem Int Ed*, 61: e202204234.
2. Law SSY, et al., Numata K* (2022) Polymer-coated carbon nanotube hybrids with functional peptides for gene delivery into plant mitochondria. *Nat Commun*, 13: 2417.
3. Thagun C, et al., Odahara M*, Numata K* (2022) Non-transgenic gene modulation via spray delivery of nucleic acid/peptide complexes into plant nuclei and chloroplasts. *ACS Nano*, 16: 3506-3521.

B01-1：植物細胞質ゲノムの遺伝子発現制御機構の解明

【研究代表者】



竹中 瑞樹
京都大学



研究室



Researchmap

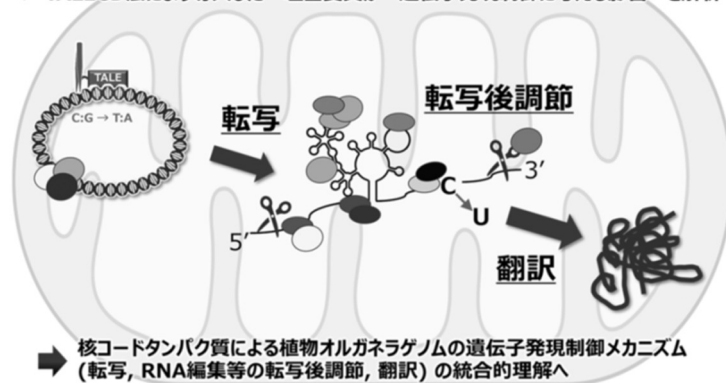


ORCID

【研究概要】

植物細胞質ゲノムの遺伝子発現は器官や発育、環境状況などに応じて制御される。その制御機構は当初考えられていたより遥かに複雑であり、これまで多数の核コードタンパク質が、転写や RNA 切断、RNA 編集、スプライシング、翻訳、RNA 分解などの制御因子として同定されてきた。しかし、これらが連動して働く統合的制御機構についてはほとんど未解明である。本研究では複数の分子が連動するダイナミックなオルガネラ遺伝子発現制御機構の理解を目指す。そのためには各制御因子とゲノム DNA や RNA との関係性を解明する必要がある。①有村班、矢守班と協働し、細胞質ゲノムのランダム塩基置換変異体から遺伝子制御機構変異体のスクリーニングを行い、DNA、RNA 配列と遺伝子発現制御との関係性を解明する。②有村班と協力し、オルガネラ遺伝子の転写開始点付近に変異を導入し、これまで技術的に困難であった詳細なプロモーター解析を行う。③また各 C-to-U RNA 編集サイトを DNA の段階で T に変換し、その影響を詳細に解析することで RNA 編集が遺伝子発現制御機構として存在する生物学的意義を明らかにする。④ミトコンドリア間での情報同期は、複数存在するミトコンドリアゲノム遺伝子の統御的な発現制御に必須である。有村班、石原班、西村班と協力し、ミトコンドリアの融合・分裂や核様体の形成・分配の異常がミトコンドリアゲノム遺伝子の発現制御に与える影響を解析する。以上のような解析から、細胞質ゲノムとそれが担う生命現象を繋げる重要なパイプの一つである遺伝子発現制御機構の理解を目指すことで本領域に貢献する。

▶ TALECD法により導入した一塩基変異が“遺伝子発現制御に与える影響”を解析



【研究業績】

1. Takenaka M*, et al. (2021) DYW domain structures imply an unusual regulation principle in plant organellar RNA editing catalysis. *Nat Catal*, 4: 510-522.
2. Guillaumot D, et al., Takenaka M, Berthomé R, De Jaeger G, Delannoy E, Lurin C* (2017) Two interacting PPR proteins are major Arabidopsis editing factors in plastid and mitochondria. *Proc Natl Acad Sci USA*, 114: 8877-8882.
3. Takenaka M*, et al. (2012) Multiple organellar RNA editing factor (MORF) family proteins are required for RNA editing in mitochondria and plastids of plants. *Proc Natl Acad Sci USA*, 109: 5104-5109.

B01-2：ミトコンドリアゲノムの母性遺伝・動態・品質管理機構の解明

【研究代表者】



佐藤 美由紀
群馬大学



研究室



Researchmap



ORCID

【研究分担者】

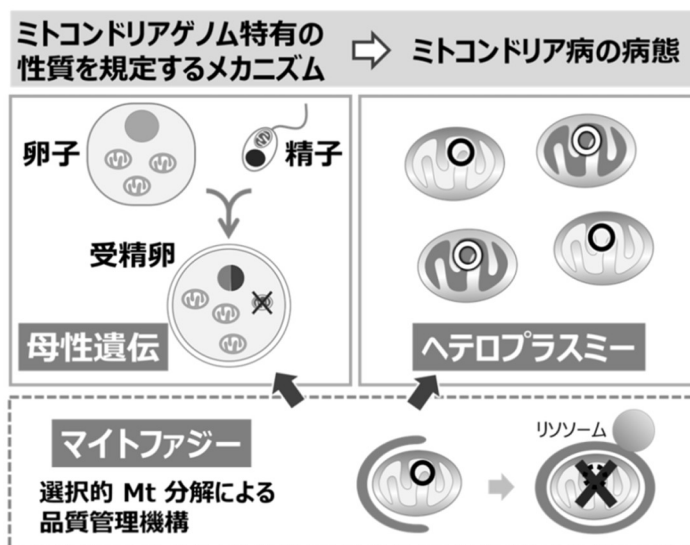


神吉 智丈
九州大学



【研究概要】

ミトコンドリアゲノムは、「母性遺伝すること」や「ヘテロプラスミー（細胞内多種 mtDNA 混在状態）で存在できること」など、核ゲノムとは異なる特有の性質を持つ。これらの特性は治療法が確立していないミトコンドリア病を理解するための基本概念であるにも関わらず、その分子基盤や生理的意義はミトコンドリアゲノム研究の未解明問題である。本研究班は多彩なモデル系（線虫、マウス、哺乳類培養細胞、酵母）を用いて、ミトコンドリア品質管理機構であるマイトファジーを起点に以下の問題解明を目指す。①父性ミトコンドリア特異的マイトファジーを中心とした母性遺伝の分子機構と生理的意義の解明、②生殖細胞分化過程において精子・卵子ミトコンドリアの違いを生み出すメカニズムの解明、③ヘテロプラスミーを維持する機構の解明とミトコンドリア機能への影響の解析、④マイトファジーによるミトコンドリアゲノム品質管理機構の理解とそのミトコンドリア病モデル生物への応用。これらの課題を達成するため、A01 班が開発する技術を用いて動物個体（線虫やマウス）でミトコンドリアゲノム編集を行い、雌雄ミトコンドリアゲノムを簡便に見分けることができる実験系やミトコンドリア病モデル生物を構築し、研究を推進する。また、これらミトコンドリアゲノム特有の挙動・遺伝様式に関して得られた知見を A01 班にフィードバックすることで、細胞質ゲノム制御法のさらなる発展に貢献する。



【研究業績】

1. Sasaki T, Kushida Y, Norizuki T, Kosako H, Sato K*, Sato M* (2024) ALL0-1- and IKKE-1-dependent positive feedback mechanism promotes the initiation of paternal mitochondrial autophagy. *Nat Comm*, 15: 1460.
2. Fukuda T, Furukawa K, Maruyama T, Yamashita SI, Noshiro D, Song C, Ogasawara Y, Okuyama K, Alam JM, Hayatsu M, Saigusa T, Inoue K, Ikeda K, Takai A, Chen L, Lahiri V, Okada Y, Shibata S, Murata K, Klionsky DJ, Noda NN*, Kanki T* (2023) The mitochondrial intermembrane space protein mitofissin drives mitochondrial fission required for mitophagy. *Mol Cell*, 83: 2045-2058.
3. Sato M*, Sato K, Tomura K, Kosako H, Sato K* (2018) The autophagy receptor ALL0-1 and the IKKE-1 kinase control clearance of paternal mitochondria in *Caenorhabditis elegans*. *Nat Cell Biol*, 20: 81-91.

B01-3 : ChloroTALEN で御する細胞質ゲノム/葉緑体核様体の動態・修復・母性遺伝

【研究代表者】



西村 芳樹
早稲田大学



研究室



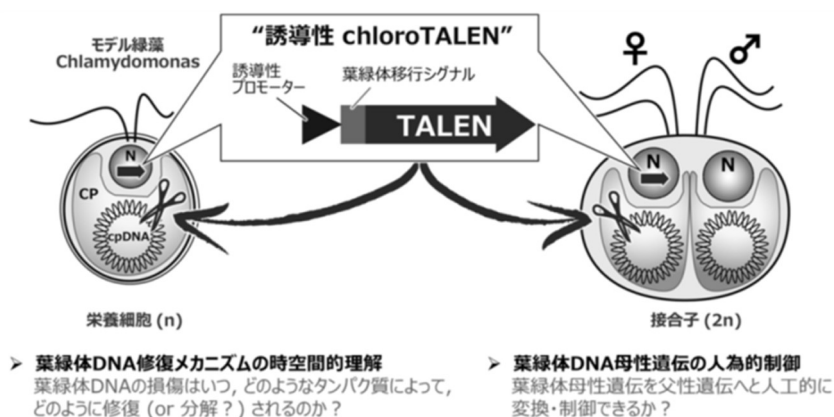
Researchmap



ORCID

【研究概要】

葉緑体移行型 TALEN (chloroTALEN) と葉緑体核様体のライブイメージング技術を基盤とし、葉緑体核様体の細胞質ゲノム修復過程における動態、および母性遺伝の制御機構に迫る。①葉緑体 DNA 修復の時空間的解析: 植物の光合成の要である葉緑体には、独自の DNA (葉緑体 DNA) およびその複製・遺伝子発現機構が備わっている。葉緑体 DNA には光合成や葉緑体の機能維持に必須な遺伝子群がコードされており、その修復や安定な遺伝は植物にとって死活問題であるが、その実態は十分理解されていない。そこで本研究では、有村班の協力のもと、モデル緑藻クラミドモナスにおいて葉緑体 DNA に double strand break (DSB) を導入する葉緑体移行型 TALEN(chloroTALEN) を開発し、発現誘導することで、それに応答した葉緑体 DNA 修復因子群の挙動をライブイメージングで捉え、葉緑体 DNA 修復系の時空間的な理解を目指す。②葉緑体母性遺伝の人為的制御技術開発: 緑藻クラミドモナスでは、葉緑体 DNA は母性遺伝する。chloroTALEN を接合子の雌で発現させ、母親の葉緑体 DNA を断片化することで、母性遺伝を父性遺伝へと人工的に変換・制御することに挑戦する。さらに父性遺伝が促進される変異体を選抜し、その原因遺伝子同定をおこなうことで、母性遺伝の分子機構に迫る。③本研究で確立された技術、および得られた知見を佐藤班、有村班、竹中班の協力のもと、動物や陸上植物へと応用展開し、真核生物全体における細胞質ゲノム修復、母性遺伝機構の理解を目指すことで本領域の進展に貢献する。



【研究業績】

1. Takusagawa M, Kobayashi Y, Fukao Y, Hidaka K, Endo M, Sugiyama H, Hamaji T, Kato Y, Miyakawa I, Misumi O, Shikanai T, Nishimura Y* (2021) HBD1 protein with a tandem repeat of two HMG box domains is a DNA clip to organize chloroplast nucleoids in *Chlamydomonas reinhardtii*. *Proc Natl Acad Sci USA*, 118:1-8.
2. Kamimura Y, Tanaka H, Kobayashi Y, Shikanai T, Nishimura Y* (2018) Chloroplast nucleoids as a transformable network revealed by live imaging with a micro fluidic device. *Commun Biol*, 1: 1-7.
3. Kobayashi Y, Misumi O, Odahara M, Ishibashi K, Hirono M, Hidaka K, Endo M, Sugiyama H, Iwasaki H, Kuroiwa T, Shikanai T, Nishimura Y* (2017) Holliday junction resolvases mediate chloroplast nucleoid segregation. *Science*, 356: 631-634.

B02-1：ミトコンドリア介入による生体機能亢進技術の構築

【研究代表者】



石原 直忠
大阪大学



研究室



Researchmap



ORCID

【研究分担者】



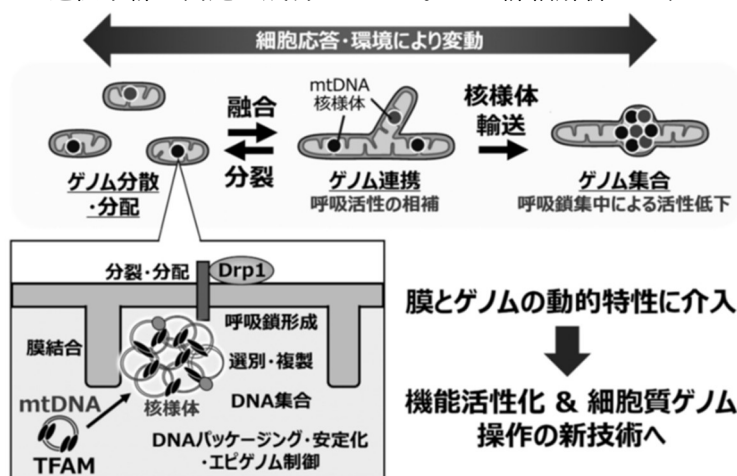
小笠原 絵美
大阪大学



【研究概要】

哺乳類培養細胞の細長く枝分かれしたミトコンドリアは生細胞内で活発に動き、その形態は融合と分裂のバランスにより制御されている。しかしミトコンドリア内部の DNA (mtDNA) はどのように配置され機能発現するか、その膜とゲノムの協調的な制御の詳細は不明である。私達はミトコンドリア 2 重膜構造のダイナミクスの視点に立脚し、mtDNA の機能発現制御の分子基盤理解を目指した研究を進めている。これまでの研究で、核様体の分散化により呼吸鎖形成が活性化すること、またその制御にミトコンドリア分裂因子群や mtDNA 結合・パッケージング因子群が関与することを見出している。さらなる関連因子を同定し分子詳細解析を進め、それらの成果をもとにして新規のミトコンドリア活性化技術の構築を目指している。

私達は最近、ミトコンドリア関連遺伝子を標的とする独自の siRNA ライブラリを構築し生細胞スクリーニングを行うことで、核様体の構造制御に関わる遺伝子群の同定に成功している。その詳細解析から、ミトコンドリア内膜を介した Ca^{2+} 輸送が核様体制御に関わることを見出している。また、ミトコンドリア病の原因候補遺伝子群を標的とした生細胞スクリーニングを行うことで、キノン類が核様体の構造形成に直接的に関与し呼吸活性を変動させることを見出している。これらの分子知見を活用して、核様体の分散化を介した呼吸活性化技術の開発を進めている。



【研究業績】

1. Kanon H, Ishihara T, Ban-Ishihara R, Ota A, Yasuda T, Ichikawa A, Ueyama R, Baba T, Takeda K, Ogasawara E*, Ishihara N* (2025) Mitochondria-targeting siRNA screening identifies mitochondrial calcium uniporter as a factor involved in nucleoid morphology. *J Biochem*, doi: 10.1093/jb/mvaf008.
2. Hanada Y, Maeda R, Ishihara T, Nakahashi M, Matsushima Y, Ogasawara E*, Oka T, Ishihara N* (2024) Alternative splicing of Mff regulates AMPK-mediated phosphorylation, mitochondrial fission and antiviral response. *Pharmacol Res*, 209: 107414.
3. Ishihara T, Ban-Ishihara R, Ota A, Ishihara N* (2022) Mitochondrial nucleoid trafficking regulated by the inner-membrane AAA-ATPase ATAD3A modulates respiratory complex formation. *Proc Natl Acad Sci USA*, 119: e2210730119.

B02-2：細胞質ゲノム編集技術による高い光合成能を有する植物の創出とその機能解明

【研究代表者】



矢守 航
東京大学



研究室



Researchmap



ORCID

【研究分担者】



深山 浩
神戸大学

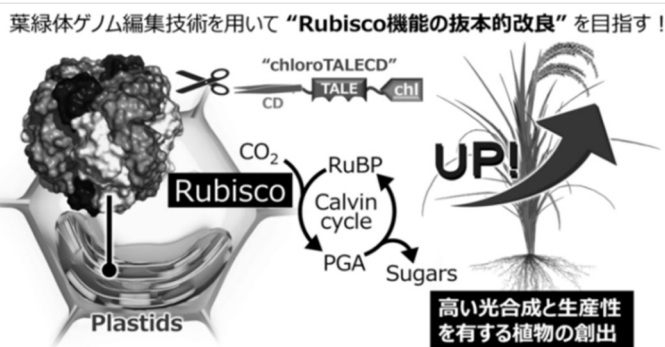


松村 浩由
立命館大学



【研究概要】

光合成速度の主要な律速因子は、触媒速度が非常に遅いリブローズ-1、5-ビスリン酸カルボキシラーゼ/オキシゲナーゼ(Rubisco) であるが、その触媒部位 *rbcL* は葉緑体ゲノムにコードされていることから、これまで Rubisco の触媒特性の改良は困難であった。そこで、本計画班では有村班が提供する“葉緑体ゲノム編集技術”を活用し、Rubisco 改変に基づく光合成能力の強化とそれらの機能解明を目指す。矢守は、葉緑体ゲノム全体、もしくは Rubisco 触媒部位 *rbcL* 遺伝子を標的としたランダム変異集団の中から、高い光合成能力を有するシロイヌナズナ変異体を選抜し、それらの機能解明を目指す。また、Rubisco 触媒反応に影響すると予想される部位の標的一塩基置換技術によって、Rubisco の触媒反応メカニズムの解明と高い触媒反応を有する Rubisco のデザイン化を目指す。深山は、イネを研究材料として葉緑体ゲノム編集により *rbcL* をノックアウトし、葉緑体トランジットペプチドを付加した外来の *rbcL* を導入する実験系を確立する。また、その実験系を用いて触媒速度の高い C4 植物の Rubisco の *rbcL* や遺伝的アルゴリズム GAOptimizer を用いて設計した C4 最適化イネ *rbcL* を導入する。これら形質転換体の解析から、Rubisco 触媒特性の改良に有効な *rbcL* 遺伝子の変異を探索し、Rubisco 酵素特性の改良を目指す。松村は、結晶構造解析とクライオ電子顕微鏡解析を実施し、本計画班が作出する高効率・高機能型 Rubisco の触媒メカニズムの全容解明を目指す。矢守はクロロフィル蛍光やガス交換測定等を用いた光合成/呼吸系の機能解明に関して、また、松村は“人工結合タンパク質”を用いたオルガネラタンパク質の構造機能解明に関して、領域全体の研究支援を行う。



【研究業績】

1. Qu Y, et al., Yamori W* (2025) Identification and characterization of compounds that improve plant photosynthesis and growth under light stress conditions. *Commun. Biol.*, 8: 300.
2. Qu Y, et al., Yamori W* (2021) Overexpression of both Rubisco and Rubisco activase rescues rice photosynthesis and biomass under heat stress. *Plant Cell Environ*, 44: 2308-2320.
3. Yamori W*, Shikanai T (2016) Physiological Functions of Cyclic Electron Transport Around Photosystem I in Sustaining Photosynthesis and Plant Growth. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 67: 81-106.

B02-3：細胞質共生細菌ボルバキアのゲノム編集による性制御と共生機構の解明

【研究代表者】



木内 隆史
東京大学



研究室



Researchmap



ORCID

【研究分担者】



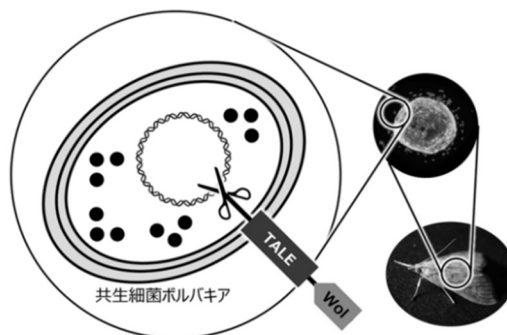
庄司 佳祐
東京農工大学



【研究概要】

節足動物の約半分に感染しているとされる共生細菌ボルバキアは細胞内においてオルガネラのように振る舞い、母性遺伝により次世代に伝わる。ボルバキアは自身の感染を宿主集団内に広げるために、オスを特異的に致死させる（オス殺し）など、宿主の性や生殖を操作することがある。また、ボルバキアに感染した蚊はデングウイルスやマラリアの媒介性が低下することが知られている。しかし、オルガネラ化したボルバキアの細胞外培養や移植は困難で、遺伝子操作技術もなく、共生機構（母性遺伝や病原体媒介性の低下など）や性制御機構など、ボルバキア特異的な生命現象の実行因子や作用機序は一部を除いて未解明である。そこで本研究課題では、世界初となるボルバキア (Wol) TALEN の開発を通じて、これまで未解明であったボルバキア遺伝子の機能を明らかにする。将来的には、ボルバキアを利用した昆虫制御技術の開発を目指す。そのために、以下の3つの課題に取り組む。①領域内の技術協力のもとボルバキア内に TALEN を輸送するシステムを構築し、WolTALEN の開発を目指す。私たちが同定したオス殺し実行因子 Oscar (Nat Commun 2022) を標的とし、オス化と遺伝子量補償を担うタンパク質 Masc (Nature 2014) の機能復帰を指標とすることでゲノム編集の効果を迅速に評価することができる。②オルガネラ化しつつあるボルバキアの性制御や共生機構を解明し、それを利用した応用展開を目指すとともに、オルガネラであるミトコンドリアや葉緑体と比較することでその共通性や多様性について領域内における議論を活性化し、共生オルガネラ学の発展に貢献する。領域において細胞内共生細菌研究への橋渡しの役割を担い、領域内（公募班）に WolTALEN を提供することで、研究の多様性や波及効果を生み出す。

オルガネラ様共生細菌ボルバキアのゲノム編集



WolTALENの開発&性制御と共生機構の解明を目指す！

【研究業績】

1. Kiuchi T*, Katsuma S (2022) Functional characterization of silkworm PIWI proteins by embryonic RNAi. *Methods Mol Biol*, 2360: 19-31.
2. Katsuma S*, et al., Shoji K, Takanashi H, Fujii T, Arimura S, Kiuchi T (2022) A Wolbachia factor for male killing in lepidopteran insects. *Nat Commun*, 13: 6764.
3. Yu J, et al., Kiuchi T, Katsuma S, Tomari Y*, Shoji K* (2025) Autonomous shaping of the piRNA sequence repertoire by competition between adjacent ping-pong amplification sites. *Mol Cell*, 85: 134-1146. e4.

B02-4：ミトコンドリアに潜在する「オス殺し」システムの解明と育種への応用

【研究代表者】



風間 智彦
九州大学



研究室



Researchmap



ORCID

【研究分担者】

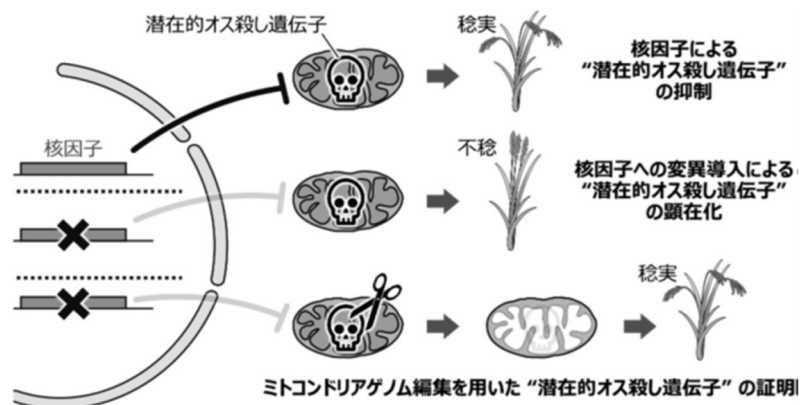


鳥山 欽哉
東北大学



【研究概要】

細胞質ゲノムがつかさどる生命現象の解明と重要形質の改良を目指して、植物の細胞質ゲノム、特に近年見出した、ミトコンドリアゲノムに潜在する花粉発達阻害を引き起こす新規「オス殺し」システムの解明とこれを応用した新規 F1 採種システムの確立に挑戦する。ミトコンドリアゲノムへの精密変異導入 (mitoTALECD) や遺伝子破壊 (mitoTALEN) を用いて、①未だに機能の分かっていないミトコンドリア遺伝子の機能を明らかにする (有村班と協働)。また、②これらの遺伝子の発現制御に関与する可能性のある核遺伝子を明らかにし、その制御機構を明らかにする (竹中班と協働)。さらに、①と②より明らかになるミトコンドリア・核遺伝子の組み合わせを人為的に制御することで、③ゲノム編集で「オス殺し」植物を新規に作出する。これらの過程で、「オス殺し」遺伝子として機能するために必要な配列条件が明らかになれば、人為的に「オス殺し」遺伝子が合成できる。合成した人工「オス殺し」遺伝子をオルガネラ遺伝子導入技術によって導入 (沼田班と協働) することで遺伝資源に頼らない「オス殺し」植物の作出が可能となる。また、明らかにした成果を他の植物へと応用することで、「オス殺し」が得られていない植物での「オス殺し」植物の作出が可能になり、これは効率的な F1 種子生産など商業的な価値が高い形質である。このように、日本発の技術を利用してオルガネラ育種までの応用が可能であることを示す。さらに、ボルバキアによるオス殺し機構 (木内班と協働) と比較することで植物における「オス殺し」の生物学的な意義を明らかにする。



【研究業績】

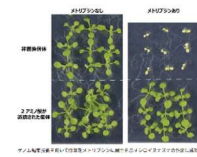
1. Takatsuki A, Kazama T, Arimura SI, Toriyama K* (2022) TALEN-mediated depletion of the mitochondrial gene orf312 proves that it is a Tadukan-type cytoplasmic male sterility-causative gene in rice. *Plant J*, 110: 994-1004.
2. Omukai S, Arimura SI, Toriyama K, Kazama T* (2021) Disruption of mitochondrial open reading frame 352 partially restores pollen development in cytoplasmic male sterile rice. *Plant Physiol*, 187: 236-246.
3. Kazama T*, et al., Toriyama K, Koizuka N*, Arimura SI* (2019) Curing cytoplasmic male sterility via TALEN-mediated mitochondrial genome editing. *Nat Plants*, 5: 722-730.

2024 年度 研究実績概要

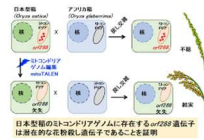
研究論文	71 報 (広報発表論文 10 報)	
総説・書籍	24 本	  
受賞	14 件	 
講演・学会発表	116 件	 
イベント活動	19 件	

2024 年度 領域内共同研究等

共同研究論文



有村 慎一(有村班)と矢守 班(矢守班)によるメトリブジン耐性アブラカタビラ遺伝子組換え株の育種と解析



日本製米のミトコンドリアゲノムに存在する cryptic 遺伝子は減量型花数減少遺伝子であることを証明

1. Issei Nakazato(有村班), Wataru Yamorri(矢守班), Hiroyoshi Matsumura(矢守班), Yuchen Qu(矢守班), Miki Okuno(有村班), Nobuhiro Tsutsumi, Shin-ichi Arimura(有村班)*, Resistance to the herbicide metribuzin conferred to Arabidopsis thaliana by targeted base editing of the chloroplast genome, *Plant Biotech J* (2025), doi: 10.1111/pbi.14490.
2. Kinya Toriyama*(風間班), Yuko Iwai(風間班), Shinya Takeda(風間班), Ayumu Takatsuka(風間班), Keisuke Igarashi(風間班), Tomoyuki Furuta, Sunlu Chen, Yoshitaka Kanaoka, Yuji Kishima, Shin-ichi Arimura(有村班), Tomohiko Kazama(風間班), Cryptic cytoplasmic male sterility-causing gene in the mitochondrial genome of common japonica rice. *Plant J* (2024), doi: 10.1111/tpj.17028.

共同執筆

総説・書籍



1. Shin-Ichi Arimura(有村班), Iris Finkemeier, Kristina Kühn, Mizuki Takenaka(竹中班), Special Issue: Multilayered Regulation of Plastids and Mitochondria, *Plant and Cell Physiology*, Volume 65, Issue 4, April 2024.執筆者:Shin-Ichi Arimura(有村班), Issei Nakazato(有村班), Mizuki Takenaka(竹中班), Yoshiki Nishimura(西村班),
2. 有村 慎一(有村班), 堤 伸浩, 「葉緑体とミトコンドリアの改変育種」アグリバイオ 2024年11月号,執筆者:有村 慎一(有村班), 中里 一星(有村班), 小田原 真樹(沼田班), 沼田 圭司(沼田班), 風間 智彦(風間班), 桑原康介(風間班)

共同研究

学会発表

国内学会:5件(有村班&矢守班, 有村班&風間班)

国際学会:6件(有村班&矢守班, 有村班&風間班)

シンポジウム等

4 件

企画・招待

ICPMB2024(有村班&竹中班&風間班), 第97回日本生化学会大会(石原班&有村班), 第23回日本ミトコンドリア学会(石原班&有村班), 日本薬学会第145年会(沼田班山田 G&有村班)

2024 年度 総括班活動報告

4月	領域研究開始 領域班員 Slack 本格運用開始
5月	簡易 HP 開設
6月	HP 正式オープン
7月	22 日 キックオフシンポジウム&公募研究説明会(ハイブリッド, 東大・弥生講堂) 第 1 回総括班会議、若手の会キックオフ交流会(東大・弥生講堂)
8月	HP 広報活動本格運用開始 総括班 ML 運用開始
9月	公募班募集×切
10月	若手の会第 1 回運営委員会(オンライン) 若手の会運営委員 Slack 運用開始
11月	HP 更新(若手の会運営委員、サムネイル表示、ML バナー)
12月	9 日 共催:植物科学シンポジウム(ハイブリッド, 東大・弥生講堂) 10 日 第 2 回総括班会議 (オンライン) オルガネラ・細胞質ゲノム ML 開設
1月	22 日 第 1 回オンラインセミナー(有村班)
2月	公募班 15 班内定、cytogenomereg.all ML 運用開始
3月	14 日 共催:植物オルガネラ WS with 植物生理学会(金沢) 27 日 第 2 回オンラインセミナー(佐藤班)

2024 年度 領域主催・共催イベント報告

若手の会キックオフ交流会

日時:2024年7月22日 9:45-11:55

会場:東京大学・弥生講堂

参加者:63名

ライトニングトーク&ポスター掲示:25題

細胞質ゲノム制御領域

キックオフシンポジウム

日時:2024年7月22日 13:30-17:15

会場:東京大学・弥生講堂

参加登録:207名(うちオンサイト77名)



植物科学シンポジウム 2024



日時: 2024年12月9日 10:00-17:50

会場: 東京大学・弥生講堂 (ハイブリッド開催)

主催: 大学植物科学研究者ネットワーク

理化学研究所環境資源科学研究センター
産業技術総合研究所

農業・食品産業技術総合研究機構

共催: 学術変革領域研究(A)「挑戦的両性花原理」「植物気候フィードバック」「細胞質ゲノム制御」「光合成ユビキティ」

*参加登録: 426名(うちオンサイト 72名)

*有村領域代表登壇

第27回植物オルガネラ

ワークショップ



日時: 2025年3月13日 13:00-18:40

会場: 金沢商工会議所 (ハイブリッド開催)

主催: 植物オルガネラワークショップ(世話人: 西村班・西村)

共催: 学術変革領域研究(A)「細胞質ゲノム制御」

オーガナイザー: 有村、沼田、西村

*参加登録: 145名(うちオンサイト 81名)

*領域メンバー登壇(矢守、山田、Simon、有村)

*海外招聘: Pal Maliga 博士(US)、Jin-Soo Kim 博士(KR)

第1回細胞質ゲノム制御

セミナー



日時:2025年1月22日 12:00-13:00

形式:Zoom webinar

主催:学術変革領域研究(A)「細胞質ゲノム制御」

担当:有村班

Speaker:有村 慎一(東京大学・有村班)

中里 一星(東京大学・有村班)

タイトル:「オルガネラゲノム編集研究の実際と

共同研究の進め方と実例」

*参加者:161名

*開催後動画視聴回数:64回(4/28時点, 期限なし公開中)

第2回細胞質ゲノム制御

セミナー



日時:2025年3月27日 12:00-13:00

形式:Zoom webinar

主催:学術変革領域研究(A)「細胞質ゲノム制御」

担当:佐藤班

Speaker:佐々木 妙子(群馬大学・佐藤班)

タイトル:「ライブイメージングで見る mtDNA の伝達様式」

*参加者:69名

*開催後動画視聴回数:17回(3/27-4/10 期間限定公開)

2024年度 広報活動報告

「細胞質ゲノム制御」
領域 HP

6月 開設

<https://www.agr.kyushu-u.ac.jp/cytoplasmicgenomeregulation/>



8月 情報投稿開始

11月 研究組織更新(若手の会運営委員掲載)

サムネイル表示追加

ML 登録バナー追加

カテゴリー分類(NEWS, 活動報告, 研究成果)



*2024年度投稿数:120件(英語ページ投稿46件)



オルガネラ・細胞質ゲノム
Mailing List

12月 開設

HP に開設投稿, ML 登録バナー追加



1月 第1回細胞質ゲノム制御セミナー 開始前に ML 宣伝開始

*2024年度末時点登録者数:74名

