

共生細胞進化研究室

メンバー

教授 宮城島 進也
総研大D5 辻野 代

特任助教 廣岡 俊亮
総研大D3 佐藤 歩美

博士研究員 山下 翔大
総研大D1 山村 悠晏

博士研究員 周 柏峰
技術補佐員 杉本 有為子

総研大D5 岡田 薫
技術補佐員 水口 明美

二つの異種細胞の統合により新たな細胞が生まれる機構を研究しています

研究内容

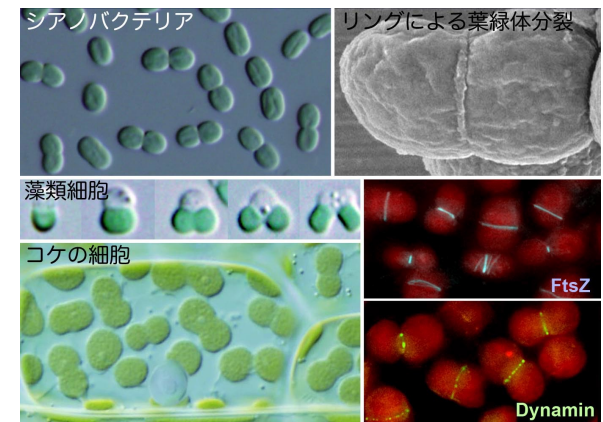
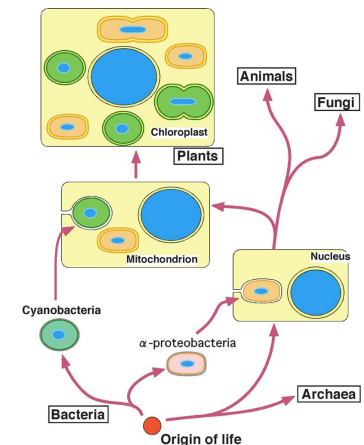
真核細胞内でエネルギー変換を行う細胞内小器官、ミトコンドリアと葉緑体は、10億年以上前にそれぞれプロテオバクテリアとシアノバクテリアが真核細胞内に共生して誕生しました。その他、真核細胞が別の細胞を取り込み、新機能を獲得する例は広く見受けられます。このような二種の細胞の世代を超えた持続的統合には、宿主細胞の分裂増殖に伴った、共生細胞の分裂・増殖の制御が必須です。本研究室では、もともと別の細胞であった宿主細胞と共生細胞がどのようにして一緒に分裂増殖するのか、そのような機構がどのように進化してきたのかを研究しています。

これまでにかかったこと

我々は、葉緑体とミトコンドリアの分裂が、それぞれ祖先のバクテリアと宿主真核細胞の両方に由来する部品から構成されるハイブリッド装置によって引き起こされることを世界に先駆けて解明してきました。

これから解明すること

- (1) 葉緑体、ミトコンドリア、その他の細胞内共生細胞の分裂が、如何にして宿主細胞によってコントロールされているのか
 - (2) 逆に、共生体のエネルギー生産・物質代謝が、宿主細胞の分裂増殖にどのような影響を与えているのか
 - (3) これらの機構がどのように進化したのか
 - (4) 葉緑体・ミトコンドリア以外の細胞内共生系ではどのような分裂制御系があるのか
- 上記のようにいろいろな角度から、どのようにして異種細胞が統合され一緒に増えるようになるのか、その基本原理を解明していきます。



研究材料・方法

研究にはそれぞれの解析に適した生物種を選んで使います。現在までに使用してきた生物は、種子植物（シロイヌナズナ）、ヒメツリガネゴケ、緑藻、紅藻、灰色藻、珪藻、細胞性粘菌、シアノバクテリア、ミドリゾウリムシ、ミドリアメーバ、種々の単細胞捕食性生物群などです。必要に応じて新たな生物種も取り入れていきます。細胞生物学、分子生物学、遺伝学、生化学、バイオインフォマティクスだけでなく、環境、酸化還元反応などの生体エネルギー変換などの情報を必要に応じて組み合わせた研究を進めます。

その他詳細は研究室ホームページをご覧ください。

(<http://miyagishima.sakura.ne.jp>)

連絡先

宮城島 進也（みやぎしま しんや）

〒411-8540 静岡県三島市谷田 1111 国立遺伝学研究所 遺伝形質研究系 共生細胞進化研究室

Tel: 055-981-9411; E-mail: smiyagis@nig.ac.jp

最近の主な発表論文

1. Hirooka, S., Fujiwara, T., Seger, M., Inagaki, S., Yamashita, S., Tsujino, D., Onuma, R., Kanesaki, Y., Watanabe, S., Hirose, Y., Ohbayashi, R., Takusagawa, M., Zhou, B., Tomita, R., Yagisawa, F., Lammers, P., Iwane, A.H., and Miyagishima, S. (2026) Sexual life cycle establishes the unicellular red algae Cyanidiophyceae as a genetically tractable model for eukaryotic evolution. *Plant Cell* 38, Article koag148.
2. Tsujino, D., Fujiwara, T., Yamashita, S., Tamashiro, K., Izumi, J., Yagisawa, F., Zhou, B., Hirooka, S., Sunada, Y., Sonoike, K., and Miyagishima, S. (2026) Temperature-dependent photostasis and nitrogen limitation in streamlined-genome red algae Cyanidiophyceae from natural habitats. *ISME J.* 20, Article wrag105.
3. Kashiya, Y., Maruyama, M., Nakazawa, M., Kagamoto, T., Imanishi, H., Yamamoto, S., Inoue, M., Onuma, R., Tanifuji, G., Ashida, H., Inada, N., Awai, K., and Miyagishima, S. (2026) Transient molecular chimerism for exploiting xenogeneic organelles. *Nat. Commun.* 17, Article 2371.
4. Okada, K., Fujiwara, T., Hirooka, S., Kobayashi, Y., Onuma, R., and Miyagishima, S. (2025) The closed nutrient recycling system in the Paramecium-Chlorella photosymbiosis contributes to survival under oligotrophic conditions. *Sci. Adv.* 11, Article eadz0004.
5. Yamashita, S., Hirooka, S., Fujiwara, T., Zhou, B., Yagisawa, F., Tamashiro, K., Murakami, H., Awai, K., and Miyagishima, S. (2025) Costs of photosynthesis and cellular remodeling in trophic transitions of the unicellular red alga *Galdieria partita*. *Commun. Biol.* 8, Article 891.
6. Fujiwara, T., Hirooka, S., Yamashita, S., and Miyagishima, S. (2026) IPTG- and estradiol-inducible gene expression systems in the unicellular red alga *Cyanidioschyzon merolae*. *Plant Physiol.* 200, Article kiaf575.
7. Fujiwara, T., Hirooka, S., Yamashita, S., Yagisawa, F., and Miyagishima, S. (2024) Development of a rapamycin-inducible protein-knockdown system in the unicellular red alga *Cyanidioschyzon merolae*. *Plant Physiol.* 196, 77–94.
8. Miyagishima, S. (2023) Taming the perils of photosynthesis by eukaryotes: constraints on endosymbiotic evolution in aquatic ecosystems. *Commun. Biol.* 6, Article 1150.
9. Hirooka, S., Itabashi, T., Ichinose, T.M., Onuma, R., Fujiwara, T., Yamashita, S., Jong, L.W., Tomita, R., Iwane, A.H., and Miyagishima, S. (2022) Life cycle and functional genomics of the unicellular red alga *Galdieria* for elucidating algal and plant evolution and industrial use. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 119, e2210665119.