

# 生態進化発生学研究センター活動報告

木村 成介\*

金子 貴一\*

本橋 健\*

河邊 昭\*

## 要 旨

地球上の多彩な生物の形の多様性が生じる仕組みを、「発生」、「進化」、「環境」という3つの異なる観点から総合的に理解しようとするのが「生態進化発生学（エコ・エボ・デボ）」である。総合学術研究所生態進化発生学研究センターは、生物のゲノムやトランスクリプトームなどのオミックス情報を統合的に解析することで、生物の形の多様性が生じる仕組みを理解することを目的とし、先進的な研究拠点の形成を目指して活動している。本報告では、令和元年度における本センターの研究成果について概説する。

キーワード：生態進化発生学、次世代シーケンサー、統合オミックス解析、表現型可塑性、*Rorippa aquatica*

## 1. 生態進化発生学研究センターの概要

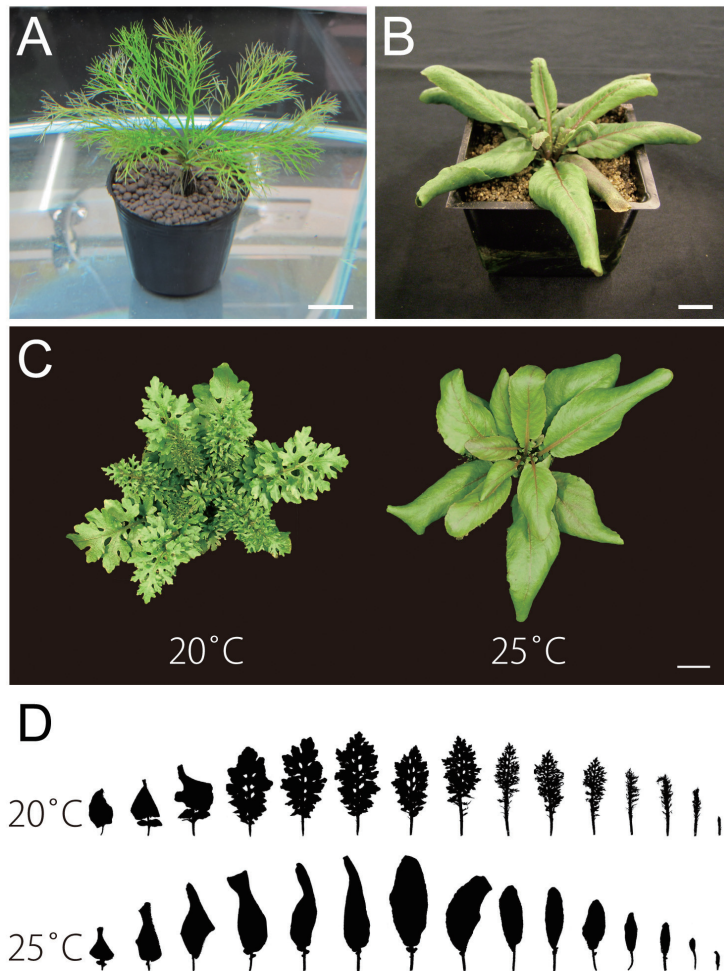
生態進化発生学研究センターは、平成27年度文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業の支援を受け、総合学術研究所に設置された特定研究センターである。「生態進化発生学（エコ・エボ・デボ）」は、「発生」、「進化」、「環境」という3つの異なる観点から生物の形の多様性について総合的に解き明かそうとする新しい研究領域である。本センターでは特に、植物の形と環境の関係に着目し、「表現型可塑性」という現象を研究することで生態進化発生学という研究分野をリードする拠点になることを目指している。

本センターで研究対象としている北米に分布する半水生植物 *Rorippa aquatica* は、生育環境に応答して葉の形態を変化させる表現型可塑性を示す。この植物は、水没すると葉身が針状になった羽状複葉

---

\* 京都産業大学生命科学部

(ギザギザの葉)を発生する一方、陸上では生育環境に依存して単葉(丸い葉)から複葉まで様々な形の葉を発生する(図1)。このような葉形の変化は、水の抵抗を軽減したり、効率良く光合成を行なうために役立っていると考えられ、発生と環境の相互作用を理解し、生態進化発生学研究を推進するための最良のモデルとなる。これまで、この植物が温度や光強度の変化で葉形を変化させることや、環境に応答して単葉と複葉の発生のメカニズムが遺伝子発現レベルで切り替わっていることなどを明らかにしてきた。しかしながら、表現型可塑性の鍵となる遺伝子の同定には至っておらず、また、葉



Nakayama et al, The Plant Cell (2014) を改変

図1. *Rorippa aquatica* にみられる葉の形態の表現型可塑性

(A) 水中で育てた個体。(B) 気中で育てた個体。(C) 20°Cもしくは25°Cで一ヶ月間育てた個体。図は植物体を上から見たもの。(D) Cの個体の葉をそれぞれ一枚ずつ発生順(葉位順)に並べたもの。右側がより若い葉。Barは全て2cm。

形変化の意義については全くわかっていなかった。そこで本センターでは、ゲノム解析、トランスクリプトーム解析、エピゲノム解析などを組み合わせた統合オミックス解析により、*R. aquatica* の表現型可塑性の生態進化発生学的な観点から解明することを目的として研究を進めている。本研究の成果は、温暖化、冷害、乾燥（砂漠化）、水没（洪水）などの環境ストレスに耐性のある植物を作出するために有用であると考えられるため、環境ストレス耐性植物や不良環境でも生育できる植物の作出などの応用研究も視野に入れている。

本センターでは、*R. aquatica* の研究に止まらず、植物と環境の関係や、植物の適応進化などに着目した研究について広く展開することで、生態進化発生学の推進に貢献したい。また、本研究プロジェクトにより整備された研究基盤を生かして、学内における研究の活性化や学外との共同研究を推進することも重要な使命であると考えている。

## 2. 研究体制

本センターは、京都産業大学総合生命科学部生命資源環境学科に所属する以下の教員や研究員を学内メンバーとしている。それぞれの所属や専門、本センターにおいて果たす役割は以下の通りである。

木村成介（教授）

植物分子発生学 研究の統括およびトランスクリプトーム解析

坂本智昭（研究助教）

生物情報学 次世代シーケンス解析およびバイオインフォマティクス解析

池松朱夏（博士研究員）

植物分子遺伝学 遺伝子の機能解析

金子貴一（教授）

ゲノム科学 ゲノム解析およびバイオインフォマティクス解析

板倉学（博士研究員）

植物微生物相互作用 メタゲノム解析

河邊昭（准教授）

集団遺伝学 エピゲノム解析および進化解析

本橋健（教授）

植物生理学 プロテオーム解析および生化学的解析

桶川友季（研究助教）

植物生理学 光合成解析

また、学外から3名の研究者が参加している。それぞれの所属と本センターにおいて果たす役割は以下の通りである。

塚谷裕一（教授）

東京大学大学院理学研究科生物科学専攻発生進化研究室 進化発生学的研究に関する支援

Neelima Sinha（教授）

カリフォルニア大学デービス校植物学科 進化発生トランスクリプトーム解析に関する支援

矢野健太郎（准教授）

明治大学農学部生命科学部バイオインフォマティクス研究室 バイオインフォマティクス解析の支援

### 3. 本年度の研究成果

ここでは、令和元年度にセンターが取り組んだ研究課題のうち、*R. aquatica* に関する研究成果を中心に報告する。

#### (1) *Rorippa aquatica* のゲノム解析

*R. aquatica* をモデルとしてトランスクリプトーム解析などを行うためには、ゲノム配列情報が必要となる。これまでの研究で、*R. aquatica* のゲノムをイルミナおよびPacBioプラットフォームでシーケンストした。また、Hi-C法により各染色体の連続性の情報を取得することで、染色体スケールのスキャフォールドの作成に成功していた。*R. aquatica* の染色体数は $2n=30$ で、イヌガラシ属植物の多くは $2n=16$ である。染色体間の配列比較により、*R. aquatica* は異質倍数体で、また、染色体の一部が融合していることが示された。イヌガラシ属植物の2種の雑種から*R. aquatica* が成立したと考えられる。

## (2) 水没による気孔形成の抑制機構の解析

*R. aquatica* は、水没すると葉の形態を大きく変化させるとともに、気孔の形成が抑制される。また、水没後1時間で気孔形成に重要な転写因子である *SPCH* の発現抑制が起こっていることを明らかにしていた。

水没時の光条件などを検討したところ、暗所では水没させても気孔形成は抑制されず、また、青色光のみを当てた場合も気孔形成は抑制されなかった。また、気中条件であっても赤色光を当てると気孔の形成が抑制された。以上の結果から、光質などの光条件が水没の感知に重要であることが示唆された。さまざまな条件における水没後1時間の発現応答を RNA-seq 解析で調べたところ、気孔形成の抑制時に発現が変動する転写因子などを同定することができた。*SPCH* の発現制御機構に着目して、これらの因子の役割を明らかにすることで、水没による気孔形成の抑制機構が明らかにできると考えている。

## (3) 水没による葉形の制御機構の解析

*R. aquatica* は、水没や温度の変化、光環境の変化で葉の形態が大きく変化する。水没時の RNA-seq 解析により、水没時にはエチレン関係の遺伝子群の発現が変動していることが明らかになった。実際、エチレンを添加すると、葉の形態が水中葉に近くなることから、エチレンが水没応答に関わっているものと考えられた。また、赤色光の照射により、葉の形態が水没葉に近くなることから、光環境も水没の感知に関わっていると示唆された。実際、気中で育てている植物に赤色光を当てると、葉の形態が水中葉に近くなり、また、青色光でその効果は抑制された。さらに、RNA-seq 解析をおこなったところ、赤色光を照射すると、気中にも関わらずエチレン関係の遺伝子群の発現が変動していることがわかった。以上の結果は、*R. aquatica* が光環境の変動により水没を感知していることを示唆する。

## 4. 共同研究の実施

本センターでは、学内の共同研究だけでなく、学外の研究機関との共同研究を積極的に進めている。現在共同研究を実施している研究機関は以下の通りである。

東京大学

京都大学

北海道大学

名古屋大学

東北大学

新潟大学

奈良先端科学技術大学院大学

神戸大学

広島大学  
山口大学  
熊本大学  
京都府立大学  
理化学研究所  
東京理科大学  
東京工業大学  
東京農工大学  
愛媛大学  
埼玉大学  
明治大学  
龍谷大学  
諏訪東京理科大学  
遺伝学研究所  
中国科学院水生生物研究所 (中国)  
中国科学院シーサンパンナ熱帯植物園 (中国)  
Masaryk University (チェコ共和国)  
University of California, Davis (米国)  
University of Washington (米国)  
Missouri Botanical Garden (米国)  
Auburn University (米国)  
Warwick University (イギリス)  
Sainsbury Laboratory, Cambridge (イギリス)  
University of Edinburgh (イギリス)  
National Autonomous University (メキシコ)  
McMaster University (カナダ)  
Max Planck Institute for Molecular Plant Physiology (ドイツ)  
Heinrich-Heine-University Duesseldorf (ドイツ)  
Wuerzburg University (ドイツ)  
University of Maragheh (イラン)

## 5. シンポジウム等の開催

### (1) 第57回植物バイテクシンポジウム「変身する生き物、変身させる生き物」

令和元年12月13日に京都産業大学で、第57回植物バイテクシンポジウム「変身する生き物、変身させる生き物」を開催した。このシンポジウムでは、京都府立大学、産業技術総合研究所、京都産業大学の4名の研究者が演者となり、虫こぶ形成のメカニズムや植物の表現型可塑性について研究発表があった。虫こぶとは、アブラムシなどの虫が植物の葉などに寄生して作るコブ状の組織で、自然界にはさまざまな形のものが見られる。虫こぶ形成昆虫がどのように植物の発生を制御して虫こぶを作るのかはほとんど明らかになっていなかった。今回のシンポジウムでは、虫こぶ形成昆虫の研究や植物の発生についての研究など、さまざまなアプローチにより虫こぶ形成のメカニズムに迫る最新の研究成果が紹介され、また、活発な議論が交わされた。本シンポジウムには、大学や企業から80名の参加者があり盛況のうちに終了した。

#### (講演者と演題)

大島一正 (京都府立大学 大学院生命環境科学研究科)

「変身する幼虫が、植物も変身させる：突然始まるホソガ科昆虫の虫こぶ誘導」

沓掛磨也子 (産業技術総合研究所 生物プロセス研究部門)

「植物を変身させるアブラムシの安全快適な住まいづくりと社会性生活」

平野朋子 (京都府立大学 大学院生命環境科学研究科)

「昆虫が誘導する植物の変身；特殊な器官形成「虫こぶ」の研究」

木村成介 (京都産業大学 生命科学部)

「環境に応じて変身する植物：*Rorippa aquatica* の異形葉性の研究」

### (2) 生命科学セミナー

令和2年1月28日に京都産業大学で、東京大学大学院理学研究科助教の中山北斗博士に、「Heirloom tomatoを用いた葉の形態多様性に関する研究」という題目でご講演いただいた。次世代シーケンスを駆使した研究により葉の形態の多様性の進化に寄与する遺伝子の同定した研究成果についての発表があった。積極的な質疑や議論があった。共同研究の打ち合わせも行われ、今後の研究につながる研究会となった。



## 6. まとめ

平成 27 年度にスタートした生態進化発生学研究センターは、令和元年度で 5 年の研究期間（平成 27 年度文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業の研究期間）が終了した。

これまでの研究で、82 報の研究論文（英語 70 報、日本語 12 報）、12 報の総説・解説論文（英語 3 報、日本語 9 報）、25 件の招待講演、202 件の学会発表を行うなど多くの研究成果を上げることができた（本学所属の研究メンバーのみ）。また、本センターにおける研究成果のほとんどは未発表であり、今後も続けて研究成果が学術論文や学会発表の形で発表される。さらに、本センターでは、学内の共同研究にとどまらず、国内外の多くの研究機関と共同研究を進めることもできた。国内で唯一、生態進化発生学を標榜する研究センターとして、当該分野を切り開くことができたと評価できるだろう。

令和 2 年度からは、本センターと先端科学技術研究所植物ゲノム科学研究センターとが統合する形で、先端科学技術研究所に「植物科学研究センター」が設置されることとなった。新しい体制でも、植物科学分野の研究をより一層推進し、本学における教育・研究に貢献していきたい。

## 7. 研究業績（本学関係者のみ）

### （1）学術論文、総説、著書（2019 年以降）

1. Tomoko Hirano, Seisuke Kimura, Tomoaki Sakamoto, Ayaka Okamoto, Takumi Nakayama, Yoshihito Suzuki, Issei Ohshima, Masa H. Sato, Reprogramming of the developmental program of *Rhus javanica* during initial stage of gall induction by *Schlechtendalia chinensis*, *Frontiers in Plant Science* (2020) in press
2. Takashi Ishida, Reira Suzuki, Satoru Nakagami, Takeshi Kuroha, Shingo Sakamoto, Miyuki T. Nakata, Ryusuke Yokoyama, Seisuke Kimura, Nobutaka Mitsuda, Kazuhiko Nishitani, Shinichiro Sawa, Root-knot nematodes modulate cell walls during root-knot formation in *Arabidopsis* roots. *Journal of Plant Research* (2020) in press
3. Kaoru Okamoto Yoshiyama, Naoki Aoshima, Naoki Takahashi, Tomoaki Sakamoto, Kei Hiruma, Yusuke Saijo, Jun Hidema, Masaaki Umeda, Seisuke Kimura: SUPPRESSOR OF GAMMA RESPONSE1 acts as a regulator coordinating crosstalk between DNA damage response and immune response. *Plant Molecular Biology* (2020) in press
4. Tomoko Hirano, Seisuke Kimura, Tomoaki Sakamoto, Ayaka Okamoto, Takumi Nakayama, Yoshihito Suzuki, Issei Ohshima, Masa H. Sato, Reprogramming of the developmental program of *Rhus javanica* during initial stage of gall induction by *Schlechtendalia chinensis*, *Frontiers in Plant Science* (2020) in press
5. Takashi Ishida, Reira Suzuki, Satoru Nakagami, Takeshi Kuroha, Shingo Sakamoto, Miyuki T. Nakata, Ryusuke Yokoyama, Seisuke Kimura, Nobutaka Mitsuda, Kazuhiko Nishitani, Shinichiro Sawa, Root-knot nematodes modulate cell walls during root-knot formation in *Arabidopsis*



- roots *Journal of Plant Research* (2020) in press
6. Gaojie Li, Shiqi Hu, Jingjing Yang, Xuyao Zhao, Seisuke Kimura, Elizabeth A. Schultz, Hongwei Hou: Establishment of an Agrobacterium mediated transformation protocol for the detection of cytokinin in the heterophyllous plant *Hygrophila difformis* (Acanthaceae) . *Plant Cell Reports* (2020) published on line
  7. Masaya Yamamoto, Shuhei Uji, Tomoyuki Sugiyama, Tomoaki Sakamoto, Seisuke Kimura, Toshiya Endo and Shuh-ichi Nishikawa: ERdj3B-mediated quality control maintains anther development at high temperatures. *Plant Physiology* (2020) published on line
  8. Shigeru Hanamata, Jumpei Sawada, Seijiro Ono, Kazunori Ogawa, Togo Fukunaga, Ken-Ichi Nonomura, Seisuke Kimura, Takamitsu Kurusu, Kazuyuki Kuchitsu: Impact of autophagy on gene expression and tapetal programmed cell death during pollen development in rice. *Frontiers in Plant Science* 11: 172-1-19 (2020)
  9. Rumi Amano, Hokuto Nakayama, Risa Momoi, Emi Omata, Shizuka Gunji, Yumiko Takebayashi, Mikiko Kojima, Shuka Ikematsu, Momoko Ikeuchi, Akira Iwase, Tomoaki Sakamoto, Hiroyuki Kasahara, Hitoshi Sakakibara, Ali Ferjani and Seisuke Kimura: Molecular Basis for Natural Vegetative Propagation via Regeneration in North American Lake Cress, *Rorippa aquatica* (Brassicaceae) . *Plant and Cell Physiology* 61: 353-369 (2020)
  10. Gholamreza Gohari, Asghar Mohammadi, Ali Akbari, Sima Panahirad, Mohammad Reza Dadpour, Vasileios Fotopoulos and Seisuke Kimura: Titanium dioxide nanoparticles (TiO<sub>2</sub> NPs) promote growth and ameliorate salinity stress effects on essential oil profile and biochemical attributes of *Dracocephalum moldavica*. *Scientific Reports* 10: 912-1-14 (2020)
  11. Seiji Takeda, Makiko Yoza, Taisuke Amano, Issei Ohshima, Tomoko Hirano, Masa H. Sato, Tomoaki Sakamoto, Seisuke Kimura: Comparative transcriptome analysis of galls from four different host plants suggests the molecular mechanism of gall development. *PLOS ONE* 14: e0223686-1-19 (2019)
  12. Gaojie Li, Shiqi Hu, Hongwei Hou and Seisuke Kimura: Heterophylly: Phenotypic Plasticity of Leaf Shape in Aquatic and Amphibious Plants. *Plants* 8: 420-1-13 (2019)
  13. 郡司玄、天野瑠美、金子真也、Ferjani Ali、木村成介：アブラナ科植物 *Rorippa aquatica* の再生能力に注目した栄養生殖の教材化と授業実践 . *生物教育* 60: 137-147 (2019)
  14. Mai Tsujimura, Takakazu Kaneko, Tomoaki Sakamoto, Seisuke Kimura, Masayoshi Shigyo, Hiroshi Yamagishi, Toru Terachi: Multichromosomal structure of the onion mitochondrial genome and a transcript analysis. *Mitochondrion* 46: 179-186 (2019)
  15. Saori Miyoshi, Seisuke Kimura, Ryo Ootsuki, Takumi Higaki, Akiko Nakamasu: Developmental analyses of divarications in leaves of an aquatic fern *Microsorium pteropus* and its varieties. *PLOS*

ONE 14: e0210141-1-14 (2019)

- 16.池松朱夏、木村成介：葉の形から迫る植物の温度感知メカニズム（解説）アグリバイオ 研究者の広場 3: 48-51 (2019)
- 17.Ken Motohashi\*: Development of highly sensitive and low-cost DNA agarose gel electrophoresis detection systems, and evaluation of non-mutagenic and loading dye-type DNA-staining reagents. PLOS ONE 14, e0222209 (2019)
- 18.Ken Motohashi\*: A novel series of high-efficiency vectors for TA cloning and blunt-end cloning of PCR products. Sci. Rep. 9, 6417 (2019)
- 19.本橋健\*: PCR クローニングのための高効率ベクターとその利用法 実験医学 37, 3141-3149 (2019)
- 20.Okazaki S, Kaneko T, Gressent F, Nouwen N, Arrighi JF, Koebnik R, Mergaert P, Deslandes L, Teulet A, Busset N, Fardoux J, Gully D, Chaintreuil C, Cartieaux F, Jauneau A, Comorge V, Giraud E. The rhizobial type III effector ErnA confers the ability to form nodules in legumes. Proc Natl Acad Sci USA 116, 21758-21768 (2019)
- 21.Yoshida, T., Furihata, H.Y., To, T.K., Kakutani, T., Kawabe, A.: Genome defense against integrated organellar DNA fragments from plastids into plant nuclear genomes through DNA methylation. Scientific Reports 9, 2060 (2019)
- 22.Kawabe, A., Furihata, H.Y., Tsujino, Y., Kawanabe, T., Fujii, S., Yoshida, T.: Divergence of RNA editing among Arabidopsis species. Plant Science 280, 241-247 (2019)

## (2) 招待講演

- 1.環境に応じて変身する植物：Rorippa aquatica の異形葉性の研究、木村成介、第 57 回植物バイテク シンポジウム「変身する生き物、変身させる生き物」、京都産業大学(京都府)、2019 年 12 月 13 日(口頭)
- 2.水中への適応形質としての異形葉性と栄養繁殖：非モデル植物のオミクス解析、木村成介、バイオインフォマティクス教育セミナー 2019、東京理科大学野田キャンパス (千葉県)、2019 年 12 月 9 日(口頭)
- 3.アブラナ科植物 Rorippa aquatica の水中適応に伴う、茎生葉上の新奇分裂組織を用いた栄養繁殖、池松朱夏、佐々木亜美、坂本智昭、木村成介、日本育種学会第 136 回講演会ワークショップ「植物の生殖と環境・ストレス」、近畿大学奈良キャンパス (奈良県奈良市)、2019 年 9 月 6 日(口頭)
- 4.遺伝子と文献から探る水菜と壬生菜の歴史、川勝弥一、坂本智昭、木村成介、東京理科大学研究推進機構総合研究院アグリ・バイオ工学研究部門公開シンポジウム、東京理科大学葛飾キャンパス (東京都葛飾区)、2019 年 7 月 25 日(口頭)
- 5.Plant regeneration in nature: Studies on natural vegetative propagation, Seisuke Kimura, International Symposium: Principles of pluripotent stem cells underlying plant vitality,

Katahira Campus, Tohoku University (Sendai, Japan) , May 11-14, 2019 (oral)

- 6.Regulation of PSI cyclic electron transport by the m-type thioredoxin: Yuki Okegawa, RIIS International Symposium, Photosynthesis Research for the Future, Okayama University, 2019.11.19-20 (Okayama, Japan)

(3) 学会発表

1. アブラナ科 *Rorippa aquatica* にみられる傷害誘導性の再生メカニズムの解析、天野瑠美、桃井理沙、小俣恵美、中原大河、池松朱夏、坂本智昭、木村成介、第 61 回日本植物生理学会年会、大阪大学吹田キャンパス (大阪府吹田市)、2020 年 3 月 19 日 -3 月 21 日 (口頭)
2. Ab-GALFA 法を用いたヌルデの虫こぶ形成機構の解明、中山拓己、斉藤悠馬、大島一正、鈴木義人、木村成介、松浦恭和、池田陽子、武田征士、平野朋子、佐藤雅彦、第 61 回日本植物生理学会年会、大阪大学吹田キャンパス (大阪府吹田市)、2020 年 3 月 19 日 -3 月 21 日 (口頭)
3. 水陸両生アブラナ科植物 *Rorippa aquatica* の水没に応答した迅速な気孔形成抑制のメカニズム、池松朱夏、馬瀬樹志、野口楓子、坂本智昭、木村成介、第 61 回日本植物生理学会年会、大阪大学吹田キャンパス (大阪府吹田市)、2020 年 3 月 19 日 -3 月 21 日 (口頭)
4. *Rorippa aquatica* の栄養繁殖におけるシュート再生機構の解析、小俣恵美、天野瑠美、池松朱夏、桃井理沙、坂本智昭、木村成介、第 61 回日本植物生理学会年会、大阪大学吹田キャンパス (大阪府吹田市)、2020 年 3 月 19 日 -3 月 21 日 (ポスター)
5. シロイヌナズナのトマト斑葉細菌病菌に対する耐病性を亢進する、及びジャスモン酸の蓄積を更新する新規植物免疫活性化剤候補化合物群の作用機構の解析、中野正貴、安江啓人、舟橋汰樹、山崎逸平、斉藤優歩、北畑信隆、石賀貴子、石賀康博、安部洋、木村成介、諸橋賢吾、浅見忠男、朽津和幸、第 61 回日本植物生理学会年会、大阪大学吹田キャンパス (大阪府吹田市)、2020 年 3 月 19 日 -3 月 21 日 (ポスター)
6. *Rorippa aquatica* 染色体レベルゲノムアセンブリと比較解析、坂本智昭、坂本卓也、松永幸大、木村成介、第 61 回日本植物生理学会年会、大阪大学吹田キャンパス (大阪府吹田市)、2020 年 3 月 19 日 -3 月 21 日 (ポスタ)
7. *Rorippa aquatica* の再生の研究、木村成介、新学術研究領域植物多能性幹細胞グループミーティング (柿本班、岩瀬班、吉田班、木村班)、大阪大学豊中キャンパス、2019 年 12 月 17 日 (口頭)
8. 細胞脱落における細胞接着の動態の解析、梶田春奈、服部和泉、中井彩香、村田真智子、木村成介、川根公樹、第 42 回日本分子生物学会年会、福岡国際会議場 (福岡県)、2019 年 12 月 3 日～6 日 (ポスター)
9. Chromosome level genome assembly of palaeopolyploid plant *Rorippa aquatica*, Tomoaki Sakamoto, Takuya Sakamoto, Sachihiro Matsunaga, Seisuke Kimura, Frontiers in plant environmental response research: local signaling, long-distance communication and memory for

- developmental plasticity, Noyori Conference Hall, Nagoya University, Nagoya-shi, Aichi, Nov. 18-19, 2019 (Poster)
10. Developmental analysis of the origin of cauline leaf propagules for vegetative reproduction of *Rorippa aquatica*, Shuka Ikematsu, Ami Sasaki, Rumi Amano, Tomoaki Sakamoto, Seisuke Kimura, Frontiers in plant environmental response research: local signaling, long-distance communication and memory for developmental plasticity, Noyori Conference Hall, Nagoya University, Nagoya-shi, Aichi, Nov. 18-19, 2019 (Poster)
11. The suppression mechanism of stomatal development under submerged condition in *Rorippa aquatica*, Tatsushi Umase, Fuko Noguchi, Shuka Ikematsu, Tomoaki Sakamoto, Seisuke Kimura, Frontiers in plant environmental response research: local signaling, long-distance communication and memory for developmental plasticity, Noyori Conference Hall, Nagoya University, Nagoya-shi, Aichi, Nov. 18-19, 2019 (Poster)
12. Developmental and molecular studies on wound-induced regeneration of *Rorippa aquatica*, Rumi Amano, Hokuto Nakayama, Risa Momoi, Shizuka Gunji, Yumiko Takebayashi, Shuka Ikematsu, Tomoaki Sakamoto, Hiroyuki Kasahara, Ali Ferjani, Seisuke Kimura, Frontiers in plant environmental response research: local signaling, long-distance communication and memory for developmental plasticity, Noyori Conference Hall, Nagoya University, Nagoya-shi, Aichi, Nov. 18-19, 2019 (Poster)
13. Discovery of a novel meristematic organ on the cauline leaf for natural vegetative reproduction of *Rorippa aquatica*, Shuka Ikematsu, Ami Sasaki, Rumi Amano, Tomoaki Sakamoto, Seisuke Kimura, 新学術領域研究「植物多能性幹細胞」第3回若手の会、熱海ニューフジヤホテル（静岡県熱海市）2019年10月28日～30日（口頭）（英語）
14. Effect of environmental condition on the efficiency of vegetative propagation of *Rorippa aquatica*, 天野瑠美、小俣恵美、中原大河、池松朱夏、坂本智昭、木村成介、新学術領域研究「環境記憶統合」第5回若手の会、御殿場高原ホテル（静岡県御殿場市）2019年9月25日～27日（ポスター）（優秀発表賞）
15. Discovery of a novel meristematic organ on the cauline leaf for natural vegetative reproduction of *Rorippa aquatica*, Shuka Ikematsu, Ami Sasaki, Rumi Amano, Tomoaki Sakamoto, Seisuke Kimura, 新学術領域研究「環境記憶統合」第5回若手の会、御殿場高原ホテル（静岡県御殿場市）2019年9月25日～27日（ポスター）
16. アブラナ科植物 *Rorippa aquatica* の茎生葉上の新奇分裂組織を用いた栄養繁殖、池松朱夏、佐々木亜美、坂本智昭、木村成介、日本植物学会第83回大会、東北大学川内北キャンパス（宮城県仙台市）、2019年9月15日～17日（口頭）
17. 京野菜であるミズナとミブナの葉の形の解析および育種の歴史の解明、川勝弥一、坂本智昭、中

- 山北斗、上ノ山華織、矢野健太郎、久保中央、木村成介、日本植物学会第 83 回大会、東北大学川内北キャンパス（宮城県仙台市）、2019 年 9 月 15 日～17 日（口頭）
18. アブラナ科 *Rorippa aquatica* にみられる傷害誘導性の再生機構の解析、天野瑠美、中山北斗、桃井理沙、小俣恵美、池松朱夏、坂本智昭、木村成介、日本植物学会第 83 回大会、東北大学川内北キャンパス（宮城県仙台市）、2019 年 9 月 15 日～17 日（口頭）
19. 水陸両生植物 *Rorippa aquatica* における水没に応答した気孔形成抑制メカニズムの解析、馬瀬樹志、野口楓子、池松朱夏、坂本智昭、木村成介、日本植物学会第 83 回大会、東北大学川内北キャンパス（宮城県仙台市）、2019 年 9 月 15 日～17 日（ポスター）
20. 古倍数性アブラナ科植物 *Rorippa aquatica* の染色体レベルゲノムアセンブリ、坂本智昭、坂本卓也、松永幸大、木村成介、日本植物学会第 83 回大会、東北大学川内北キャンパス（宮城県仙台市）、2019 年 9 月 15 日～17 日（ポスター）
21. *Rorippa aquatica* の栄養繁殖に見られるサイトカイニン応答、小俣恵美、天野瑠美、桃井理沙、池松朱夏、榎原均、木村成介、日本植物学会第 83 回大会、東北大学川内北キャンパス（宮城県仙台市）、2019 年 9 月 15 日～17 日（ポスター）
22. アブラナ科 *Rorippa aquatica* の栄養繁殖に影響を及ぼす要因、天野瑠美、小俣恵美、中原大河、池松朱夏、坂本智昭、木村成介、日本植物形態学会第 31 回大会、東北大学川内北キャンパス（宮城県仙台市）、2019 年 9 月 14 日（ポスター）
23. Comprehensive transcriptome analyses of galls from four different host plants suggest common process for gall development, Seiji Takeda, Makiko Yoza, Taisuke Amano, Issei Oshima, Tomoko Hirano, Masa H. Sato, Tomoaki Sakamoto, Seisuke Kimura, The 5 th Joint Symposium on “Basic and Applied Studies of Plant Natural Products for Agriculture and Human Health”, Thaksin University, Songkhla, Thailand, Sep 12, 2019 (oral)
24. Molecular mechanism of corolla elongation in Japanese morning glory, A. Shimoki, K. Ohasi, M. Toda, T. Sakamoto, S. Kimura, T. Seiji, The 5 th Joint Symposium on “Basic and Applied Studies of Plant Natural Products for Agriculture and Human Health”, Thaksin University, Songkhla, Thailand, Sep 12, 2019 (oral)
25. Classification of Southeast Asian mints based on DNA markers and search for genes involved in biosynthesis of aromatic compounds, Y. Fukui, M. Saito, N. Nakamura, S. Okamoto, S. Sato, T. Sakamoto, S. Kimura, Y. Nakamura, N. Kubo, The 5 th Joint Symposium on “Basic and Applied Studies of Plant Natural Products for Agriculture and Human Health”, Thaksin University, Songkhla, Thailand, Sep 12, 2019 (oral)
26. 東南アジアのミントの SSR マーカーによる系統解析と機能性香気成分ピペリテノンオキサイドの生合成に関わる遺伝子の探索、福井友梨、齊藤萌子、中村夏野、岡本繁久、佐藤修一、坂本智昭、木村成介、中村考志、久保中央、第 37 回日本植物細胞分子生物学会、京都府立大学（京都府京都市）、

2019年9月7日～8日（ポスター）

- 27.理工系学部初年次生を対象としたキャリア教育科目の教育的効果に関する研究、松尾智晶、木村成介、松本翔伍、日本キャリアデザイン学会第16回研究大会、学習院大学（東京都豊島区）、2019年9月7日～9月8日（口頭）
28. Defining codon-mediated mRNA decay and No-go decay in zebrafish embryos, Yuichiro Mishima, Seisuke Kimura, Shintaro Iwasaki, EMBO WORKSHOP: Protein Synthesis and Translational Control, EMBL Heidelberg (Heidelberg, Germany) , Sep 4-7, 2019 (poster)
29. 生命科学教育における理工系コーオプ教育プログラムの実践、木村成介、山岸博、穂崎良典、日本インターンシップ学会第20回大会、近畿大学東大阪キャンパス、2019年8月31日～9月1日（口頭）
30. RNA-seq を用いたゴール形成種 - 非形成種間での転写産物の比較、天野泰輔、Antoine Guiguet、濱谷昭寿、坂本 智昭、木村成介、大島一正、日本進化学会第21回大会、北海道大学（北海道札幌市）、2019年8月7日～10日（ポスター）（学生ポスター賞優秀賞）
31. ROS 生成・耐病性・トランスクリプトーム解析に基づく新規植物免疫活性化化合物の作用機構の解析、中野正貴、北畑信隆、安江啓人、石賀貴子、石賀康博、木村成介、諸橋賢吾、浅見忠雄、朽津和幸、東京理科大学研究推進機構総合研究院アグリ・バイオ工学研究部門公開シンポジウム、東京理科大学葛飾キャンパス（東京都葛飾区）、2019年7月25日（ポスター）
32. Differential gene expression analysis of *Arabidopsis* seedlings reveals potential involvement of 2-phnylacetic acid in hormone crosstalk, Sam Cook, Seisuke Kimura, Hiroyuki Kasahara, The 23<sup>rd</sup> International Conference on Plant Growth Substances, University Paris-Descartes (Paris, France) June 25-29, 2019 (poster)
33. Discovery of a novel meristematic organ on the cauline leaf for natural vegetative reproduction of *Rorippa aquatica*, Shuka Ikematsu, Ami Sasaki, Rumi Amano, Tomoaki Sakamoto, Seisuke Kimura, International Symposium: Principles of pluripotent stem cells underlying plant vitality, Katahira Campus, Tohoku University (Sendai, Japan) , May 11-14, 2019 (poster)
34. Effect of SOG1 overexpression on DNA damage response in meristematic tissue, Kaoru Okamoto Yoshiyama, Naoki Aoshima, Naoki Takahashi, Tomoaki Sakamoto, Masaaki Umeda, Seisuke Kimura, International Symposium: Principles of pluripotent stem cells underlying plant vitality, Katahira Campus, Tohoku University (Sendai, Japan) , May 11-14, 2019 (poster)
35. The relationship between phytohormone and plant regeneration in nature in North American lake cress (*Rorippa aquatica*) , Rumi Amano, Hokuto Nakayama, Risa Momoi, Emi Omata, Shizuka Gunji, Yumiko Takebayashi, Tomoaki Sakamoto, Hiroyuki Kasahara, Ali Ferjani, Seisuke Kimura, International Symposium: Principles of pluripotent stem cells underlying plant vitality, Katahira Campus, Tohoku University (Sendai, Japan) , May 11-14, 2019 (poster)



36. Manabu Itakura, Kosuke Mitsuya, Takakazu Kaneko, Kiwamu Minamisawa: Investigation of genomic diversity and nitrogen fixation capability in indigenous *Bradyrhizobium diazoefficiens* strains, 5th Asian Conference on Plant-Microbe Symbiosis & Nitrogen Fixation, Tohoku University, Sendai, 2019.5.15-5.17
37. 板倉学、石塚裕樹、木村成介、上ノ山華織、金子貴一： *Rorippa aquatica* における異形葉性誘導に伴う共生細菌叢の変動、植物微生物研究会第29回研究交流会、サンポートホール高松、高松市、2019.9.18-9.20
38. 蒲生雄大、板倉学、榊原渉平、大谷真由、瀧井悠斗、匡紹敏、南澤究、金子貴一：ダイズ根粒菌 *Bradyrhizobium elkanii* 系統で保存されたゲノミックアイランド：GI02の比較解析、植物微生物研究会第29回研究交流会、サンポートホール高松、高松市、2018.9.19-9.20
39. 板倉学、金子貴一、三屋公佑、南澤究：ダイズ根粒菌 *Bradyrhizobium diazoefficiens* USDA110 系統におけるゲノム構造変化と共生窒素固定能力、第14回日本ゲノム微生物学会年会、ウインクあいち、名古屋市、2020.3.6-3.8
40. NAD-ME 型 C4 植物シコクピエの維管束鞘葉緑体における Rubisco とデンブンの対極的な偏在：千田啓貴、大井崇生、本橋健、桶川友季、厚沢季美江、金子康子、谷口光隆、日本作物学会 第249回講演会、農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター本館、2020年3月26日～27日（口頭発表）
41. シロイヌナズナのチオレドキシン m4 (Trx m4) は PGR5/PGRL1 依存の光化学系 I サイクリック電子伝達を制御する：桶川友季、本橋健、第61回日本植物生理学会年会、大阪大学吹田キャンパス、2020年3月19日～21日（口頭発表）
42. 葉緑体 ATP 合成酵素の還元機構の解明：関口 敬俊、吉田 啓亮、桶川友季、本橋健、若林 憲一、久堀 徹、第61回日本植物生理学会年会、大阪大学吹田キャンパス、2020年3月19日～21日（口頭発表）
43. The m-type thioredoxin regulates PSI cyclic electron transport: Yuki Okegawa, Ken Motohashi, 日米二国間セミナー、京都・京都市国際交流会館、2019年10月1日～3日（ポスター発表）
44. 効率の高い PCR クローニング用ベクターの開発とその応用：本橋健、第90回日本生化学会大会、パシフィコ横浜、2019年9月18日～20日（口頭発表&ポスター発表）
45. PCR クローニング用の効率の良い新規ベクターの開発：本橋健、第10回日本光合成学会年会およびシンポジウム（京都：京都産業大学むすびわざ館）、2019年5月25日～26日（ポスター発表）
46. m 型 Trx は PGR5/PGRL1 依存の PSI サイクリック電子伝達経路を制御する：桶川友季、本橋健、第10回日本光合成学会年会およびシンポジウム（京都：京都産業大学むすびわざ館）、2019年5月25日～26日（ポスター発表）
47. m 型チオレドキシンは光化学系 I サイクリック電子伝達を負に制御する：桶川友季、本橋健、第60回日本植物生理学会年会、名古屋大学、2019年3月13日～15日（口頭発表）



# Center for Ecological Evolutionary Developmental Biology: Research Activity Annual Report 2019

Seisuke KIMURA  
Takakazu KANEKO  
Ken MOTOHASHI  
Akira KAWABE

## Abstract

Center for Ecological Evolutionary Developmental Biology is established as one of the research center in Institute of Comprehensive Academic Research in 2015. The center is supported by Grants-in-Aid from MEXT-Supported Program for the Strategic Research Foundation at Private Universities. The center's research efforts focus on several areas to understand the relationship between plant and environment and its evolutionary background. Especially we study the mechanism of phenotypic plasticity on leaf shape of North American Lake Cress, *Rorippa aquatica* by Omics approaches. Here we report the progress of our research in 2019.

**Keywords:** Ecological Evolutionary Developmental Biology, Next-generation sequencing, Omics, Phenotypic plasticity, *Rorippa aquatica*