

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H02565

研究課題名（和文）生態ゲノミクスによる野生植物の平行進化機構の解明

研究課題名（英文）Elucidating the Mechanisms of Parallel Evolution in Wild Plants through Ecological Genomics

研究代表者

阪口 翔太（Sakaguchi, Shota）

京都大学・人間・環境学研究科・助教

研究者番号：50726809

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 7,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、地理的に離れたストレス土壌における植物の平行適応メカニズムを解明することを目的とした。国内5地域で、蛇紋岩地と一般土壌地に生育する集団ペアの全ゲノム解読を行い、土壌型間で顕著な分化を示す遺伝子を抽出した。抽出された適応候補遺伝子の約90%は地域特異的な分化を示したが、547遺伝子は2地域、41遺伝子は3地域、3遺伝子は4地域で共通して分化していた。共通分化遺伝子には陽イオン輸送に関わる遺伝子が多く含まれ、機能面からしても蛇紋岩地で平行選択されたと考えられる。これにより対象種で起きた蛇紋岩地への平行適応では、祖先集団が保持していた適応変異が一翼を担った可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、野生植物の平行的な環境適応をゲノムレベルで分析した結果、約10%の適応候補遺伝子が複数回の土壌適応に関与していることが明らかになった。生物はしばしば高ストレス環境に短期間で適応することがあるが、本研究では、こうした迅速な適応を可能にする進化的機構として、適応変異の再利用が重要な役割を果たした可能性を示すことができた。本研究で得られた成果は、変動する野外環境に生物がどのように適応するかを予測するのに役立つと考えられる。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to elucidate the mechanisms of parallel adaptation in plants to geographically separated stress soils. Whole-genome sequencing was conducted on paired populations growing in serpentine and non-serpentine soils in five regions across Japan, and genes showing significant differentiation between soil types were identified. Approximately 90% of the extracted candidate adaptive genes exhibited region-specific differentiation; however, 547 genes were commonly differentiated in two regions, 41 genes in three regions, and 3 genes in four regions. Many of the commonly differentiated genes were involved in cation transport, suggesting that they were also functionally selected in serpentine soils. This suggests that the parallel adaptation to serpentine soils in the studied species may have been partly facilitated by adaptive variations retained in the ancestral population.

研究分野：進化生態学

キーワード：平行適応 集団ゲノミクス 特殊土壌 野生植物

1. 研究開始当初の背景

生物が適応進化するためには、集団内の変異が自然選択によって頻度を高める必要がある。変異の供給源としては突然変異があるが、個体の適応度を増加させる変異が新規に起こる確率はごく低く、このような方法では迅速な適応進化は起こりにくいと考えられる。そのため、迅速な適応が起こる背景として、新規変異によらない適応メカニズムを想定しなければならない。「変異の再利用仮説」では、もともと祖先集団に存在した変異(既存変異)が新規環境下で選択されることにより、迅速な適応が可能になると考える(Barrett & Schluter, 2008, TREE)。さらに、こうした既存変異が類似した環境下で繰り返し選択を受けた場合、適応形質が短期間で平行進化することさえある。平行進化の例として有名なトゲウオの鱗板やマウスの体色進化においては、実際に既存変異が環境適応に再利用されたことが知られている(e.g. Jones et al. 2012, Nature)。

このように、「変異の再利用説」は迅速な適応進化を説明する有力な仮説である。しかし本説が成立するためには、変異が適応環境で利用されるまでの期間は、不適応な環境下で変異が維持される必要がある。一般に、生物の局所適応現象には、変異をもつ個体の適応度が環境間で異なり、ある環境では適応的だが別の環境では不適応的であるというトレードオフが存在する。そのため不適応な変異は自然選択によって除去されやすく、また変異が伝播する過程で浮動により集団から消失することもある。したがって、「変異の再利用説」の成立条件を理解するためには、「環境不適応を示すはずの変異がどのように集団中で維持されているのか」という学問的問いに答えることが肝要である。これは生物集団における祖先多型の維持に直結する問題であり、種が新規環境に出会った際の潜在的な適応力の理解にも関係してくる。

2. 研究の目的

本研究では、既存変異に基づく適応進化メカニズムを理解するために、植物の特殊土壌への平行適応現象に着目し、ゲノム分析によって適応変異の維持・伝播状況を解明することを目指した。

3. 研究の方法

本研究で扱うのはキク科植物・アキノキリンソウにおける蛇紋岩土壌への適応進化現象である。地球内部のマントル成分が地表に現れた蛇紋岩地帯は、過剰な重金属や Mg を含み、植物の成長に必須の栄養塩に乏しい。そのためほとんどの植物は蛇紋岩地で生育できず、不毛の土地となる。日本列島には蛇紋岩地帯が島状に点在するが、この「地質の島」には特殊土壌への適応を遂げたアキノキリンソウの蛇紋岩型エコタイプが生育する。蛇紋岩型は特殊土壌への生理的耐性のほか、強光や乾燥への耐性も進化させて局所適応している。周辺の通常土壌に分布する一般土壌型とは環境適応性が異なるだけでなく、一部の集団では開花期が 6-7 月と早咲きにシフトしており、土壌の違いが引き金となって生態的種分化が起こりつつある(Sakaguchi et al. 2019, J. Ecol.)

本研究ではまず、日本国内 5 地域(北海道、岩手県、長野県、三重県、佐賀県)の蛇紋岩地に進出しているアキノキリンソウ集団が、平行的に派生したのかどうかを検証するために、ゲノム縮約解読法(RADseq 法)を用いて系統進化分析を行った。分析には各地の蛇紋岩地に隣接して生育する、非蛇紋岩地(以後、一般土壌地)のアキノキリンソウ集団を対照群として含め、合計 10 集団を RADseq 解析に供した。本事業とは別に全ゲノム配列を得ていたイギリス産のアキノキリンソウを外群として、最尤法による系統樹推定を行った。

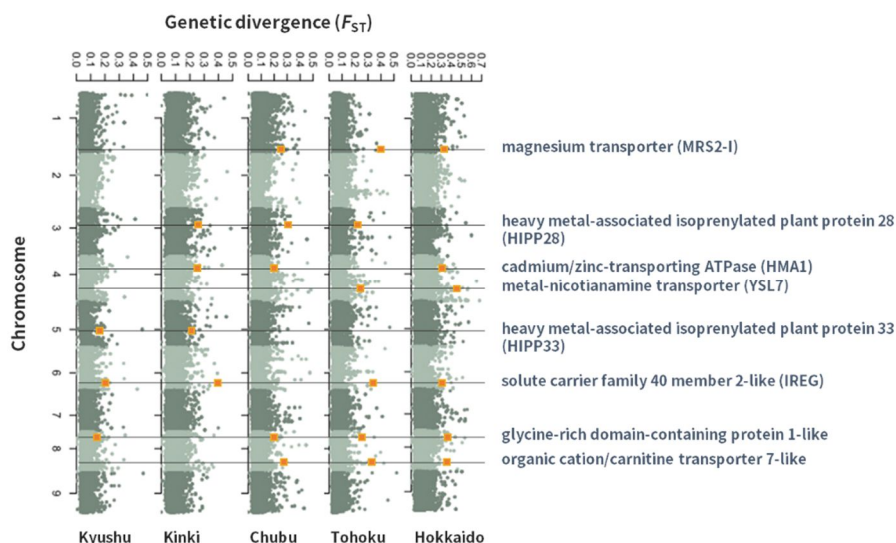
さらに特殊土壌適応に関わる遺伝子を網羅的に検出するため、上記の 10 集団から得た個体別 DNA を等濃度で混合し、集団ごとに short-read ゲノムライブラリを作成した。計 10 ライブラリを高出力シーケンサー(DNBSEQ)によって解読した。得られた塩基配列データは、研究代表者らが作成したアキノキリンソウのドラフトゲノムにマッピングし、Pool-seq 用パイプライン Popoolation2(Kofler et al. 2011)を用いて地域内集団ペア間の固定指数 F_{ST} を sliding window 法で推定した。ゲノムワイド F_{ST} と遺伝子の関係を調査するために、構造遺伝子の周辺 5000bp 圏内で最大値を示したマーカーの F_{ST} 値を遺伝子ごとに抽出した。本研究では集団ペア間 F_{ST} の経験分布の上位 2.5%を閾として、非中立的なアウトライヤー遺伝子を地域ごとに抽出し、これらが 5 地域間でどの程度共有されているかをベン図解析で分析した。ベン図解析の結果、3 地域以上で共通してアウトライヤーになっている遺伝子を対象に、遺伝子オンロジーエンリッチメント解析を実施した。

4. 研究成果

ゲノム縮約解読法によって 5 地域集団ペアの系統関係を推定した結果、北海道から順に緯度に沿って地域系統が分岐したことが示された。最尤系統樹において、5 地域の蛇紋岩型集団は隣

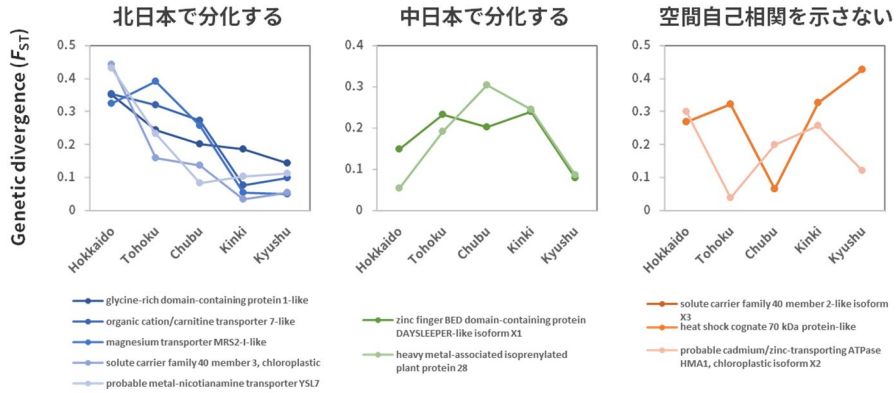
接する一般土壌型と系統的に最も近縁で 集団間 F_{ST} は $<.1$ と低いレベルであることが分かった。地理的距離もしくは土壌型の違いを考慮したマンテル検定の結果、集団間の遺伝的分化は地理的距離と有意な正の相関を示したが、土壌型の違いとは関連性は認められなかった。ゲノム縮約解読法に基づく分析結果より、5 地域の蛇紋岩集団の起源は単一ではなく、本種が日本列島で分布を拡大させる過程で、地域内の一般型集団を祖先として平行的に土壌適応が生じたことが示唆された。

次に 5 地域の蛇紋岩型集団で共通して分化した遺伝子を特定するために、各地の生態型間で顕著な分化を示すアウトライヤー遺伝子を抽出した。合計 5,797 遺伝子がいずれかの地域でアウトライヤーとして抽出されたが、そのうちの 9.8%は複数の地域で繰り返しアウトライヤーになっていた。ベン図解析の結果、547 遺伝子は 2 地域、41 遺伝子は 3 地域、3 遺伝子は 4 地域でアウトライヤーとなっていることが分かった。遺伝子オントロジーエンリッチメント解析の結果、共通アウトライヤー遺伝子群には、陽イオン輸送 ($p = 0.0004$)、光合成 ($p = 0.0006$)、オーキシン応答 ($p = 0.0017$)、イオン輸送 ($p = 0.0041$) の 4 つのオントロジーをもつ遺伝子が高頻度で含まれることが明らかになった。蛇紋岩土壌には高濃度の重金属や Mg が含まれる一方で、植物の成長に必要なマクロ要素 (N, P, K) が乏しいという特徴があり、蛇紋岩土壌に適応するために、植物は土壌から根へのイオン輸送や地上部への輸送制御、細胞内隔離といった方法で体内のイオン濃度の恒常性を保っている。今回の遺伝子オントロジー解析で抽出された適応候補遺伝子には、体内のイオン濃度調整に関与する可能性のある輸送体遺伝子が高頻度に含まれており、機能的特徴からしても、これらの遺伝子が各地の蛇紋岩地帯で平行選択を受けていることが予想された。遺伝子オントロジー解析では有意とならなかったが、浸透圧調整に関与するとされるヒートショックタンパク遺伝子やグリシンリッチタンパク遺伝子、開花時期制御に関わる遺伝子なども複数地域でアウトライヤーとして検出された。いずれも蛇紋岩地のストレス要因との関連が疑われる機能を有しており、これらも蛇紋岩ストレス環境への適応に関与して選択された可能性が考えられた (図 1)。



(図 1) 地域内の土壌生態型ペアに関するゲノムワイド F_{ST} をマンハッタンプロットで示す。複数地域でアウトライヤー検出された代表的な遺伝子をオレンジ色のマーカーでプロットしている。

図 2 には、複数地域でアウトライヤーとなった候補遺伝子のうち、イオン輸送と浸透圧調整機能を有すると考えられる遺伝子の地域別の分化状況を示した。地理的な分化傾向を比較すると、北日本 (北海道・岩手・長野) では強く分化するが西日本では土壌間分化が弱い遺伝子群、中日本で高分化する遺伝子群、明瞭な地理傾向を示さない遺伝子群に分けることができた。蛇紋岩土壌は地域によって一部の金属イオン濃度に違いもあるが、一般土壌地と比較すると土壌条件は同様に乖離しているため、地理傾向を示した遺伝子群 (とくに北日本で高分化する遺伝子) の分化に土壌のイオン濃度の違いが表れたとは考えにくい。むしろ、Mg 輸送体遺伝子やメタルニコチアミン輸送体遺伝子のように、西日本では一般土壌地で蛇紋岩型アレルがほとんど検出されなかった遺伝子が多かったことを踏まえると、祖先集団が西日本に拡散する時点で蛇紋岩適応変異が十分に含まれなかったために、平行選択の対象にならなかった可能性が考えられた。それに対して、全国的に蛇紋岩型アレルが分布する遺伝子については、特定地域の蛇紋岩地では何らかの理由で正の選択を受けなかったことで、地域によって分化度合いに差が生じたのではないかと考えられた。



(図2) 5地域地域でアウト라이어として検出された代表的な遺伝子について、地域分化の特徴の違いによって3群に分類し、固定指数 F_{ST} を地域に対してプロットした。

ある機能遺伝子に選択が及ぶ過程には、同じ地域内で同等の機能をもつ別遺伝子が代わりに適応に関与したかどうかや、遺伝的浮動やボトルネックなどの確率的要素も影響を及ぼすと予想される。本種の土壌適応を遺伝子レベルで予測するうえでは、一般土壌地における既存変異の分布状況をより詳細に調査するとともに、同等の機能を有する遺伝子との関連性や過去の集団動態を含めた追加の検討が必要になると考えられる。さらに、今回の解析では遺伝子レベルでの分化に着目したが、平行選択されている遺伝子であっても同一の変異が適応に関与しているかどうかまでは確認ができていない。今回の解析で浮上した候補遺伝子について個別別のゲノム分析を行って、共通変異が選択を受けたかどうかを検証することが重要である。こうした課題点について引き続き検討を行い、アキノキリンソウにおける変異の再利用仮説の検証を進めていく予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 16件／うち国際共著 4件／うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 Nagasawa Koki, Fukumoto Shigeru, Setoguchi Hiroaki, Ishihara Masae, Hiratsuka Ken-ichi, Masuda Kazutoshi, Sakaguchi Shota	4. 巻 97
2. 論文標題 Genetic purity of a rear-edge population of <i>Carex podogyna</i> Franch. et Sav. (Cyperaceae) maintained under interspecific hybridization	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Genes & Genetic Systems	6. 最初と最後の頁 93 ~ 99
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1266/ggs.21-00087	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Takahashi Daiki, Isagi Yuji, Li Pan, Qiu Ying Xiong, Setoguchi Hiroaki, Suyama Yoshihisa, Matsuo Ayumi, Tsunamoto Yoshihiro, Sakaguchi Shota	4. 巻 60
2. 論文標題 Stable persistence of relict populations involved evolutionary shifts of reproductive characters in the genus <i>Tanakaea</i> (Saxifragaceae)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Systematics and Evolution	6. 最初と最後の頁 1405 ~ 1416
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jse.12849	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Han, Q., Li, J., Shen, H., Sakaguchi, S., Isagi, Y. and Setoguchi, H.	4. 巻 32
2. 論文標題 Genetic diversity and population structure of wild radish in East Asia	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Animal & Plant Sciences	6. 最初と最後の頁 1110-1119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.36899/JAPS.2022.4.0515	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Kurata Seikan, Sakaguchi Shota, Ikeda Hajime, Hirota Shun K., Kurashima Osamu, Suyama Yoshihisa, Ito Motomi	4. 巻 308
2. 論文標題 From East Asia to Beringia: reconstructed range dynamics of <i>Geranium erianthum</i> (Geraniaceae) during the last glacial period in the northern Pacific region	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plant Systematics and Evolution	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00606-022-01820-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takahashi D., Sakaguchi S., Teramine T., Setoguchi H.	4. 巻 24
2. 論文標題 Comparative reproductive ecology of two sister Asarum species (Aristolochiaceae) in relation to the evolution of elongated floral appendage	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plant Biology	6. 最初と最後の頁 987 ~ 997
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/plb.13456	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Masuda, K., Setoguchi, H., Nagasawa, K., Ishihara, M., Sawa, K., Horie K., Tsuboi, H., Fukumoto, S., Tango, A., and Sakaguchi, S.	4. 巻 -
2. 論文標題 Rear-edge daylily populations show legacies of habitat fragmentation due to the Holocene climate warming	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Biogeography	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jbi.14552	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Masuda, K., Setoguchi, H., Fukumoto, S., Ishihara, M. and Sakaguchi, S.	4. 巻 74
2. 論文標題 A new color variant of <i>Hemerocallis middendorffii</i> Trautv. et C.A.Mey. var. <i>esculenta</i> (Koidz.) Ohwi (Asphodelaceae)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Acta Phytotaxonomica et Geobotanica	6. 最初と最後の頁 33-37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18942/apg.202218	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kimura, T., Yamada, T., Sakaguchi, S., Ito, M., Maki, M.	4. 巻 49
2. 論文標題 Multiple colonizations and genetic differentiation from the mainland populations in insular populations of the perennial herb <i>Solidago virgaurea</i> complex (Asteraceae) on recently formed nearshore oceanic islands	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Biogeography	6. 最初と最後の頁 836-852
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jbi.14342	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kyan, R., Kimura, T., Yamashiro, T., Fujii, S., Sakaguchi, S., Ito, M., Nagano, A., Kudoh, H., and Maki, M.	4. 巻 126
2. 論文標題 Phylogeographic and demographic modelling analyses of the multiple origins of the rheophytic goldenrod <i>Solidago yokusaiana</i> Makino	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Heredity	6. 最初と最後の頁 831-845
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41437-021-00408-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sakaguchi, S., Abe, A., Nagasawa, K., Takahashi, D., Setoguchi, H., Maki, M., Kyan, R., Nishino, T., Ishikawa, N., Hirota K. S., Suyama Y. and Ito, M.	4. 巻 72
2. 論文標題 Functional traits divergence in parallelly evolved rheophytic populations of <i>Solidago virgaurea</i> L. complex (Asteraceae)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Acta Phytotaxonomica et Geobotanica	6. 最初と最後の頁 93-111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18942/apg.202012	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Masuda, K., Setoguchi, H., Nagasawa, K., Ishihara, M., Sawa, K., Horie K., Tsuboi, H., Fukumoto, S., Tango, A., and Sakaguchi, S.	4. 巻 50
2. 論文標題 Rear-edge daylily populations show legacies of habitat fragmentation due to the Holocene climate warming	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Biogeography	6. 最初と最後の頁 551-563
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jbi.14552	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Shibabayashi, M., Shimizu, T., Tokuhiko, C., Suyama, Y., Sakaguchi, S., Ito, T., Yu, CC., Chung, KF., Nagasawa, J., Shiuchi, T., Kokubugata, G., Abe, A., Naiki, A., Nagano, A.J. and Isagi, Y.	4. 巻 -
2. 論文標題 The contrary conservation situations of two local critically endangered species, <i>Vaccinium emarginatum</i> (Ericaceae) and <i>Elatostema platyphyllum</i> (Urticaceae), growing on the edge of the distribution	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 rontiers in Ecology and Evolution	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fevo.2023.1093321	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Nagasawa, K., Fukushima, K., Setoguchi, H., Katsuyama, M. and Sakaguchi, S.	4. 巻 25
2. 論文標題 Extreme low pH, not Al ³⁺ is a key abiotic stressor for the formation of an extremophyte (<i>Carex angustisquama</i> , Cyperaceae) in highly acidic solfatara fields	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Plant Biology	6. 最初と最後の頁 551-562
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/plb.13514	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kurata, S., Sakaguchi, S., Hirota, S., Kurashima, O., Ogawa, R., Suyama, Y., Nishida, S. and Ito, M.	4. 巻 142
2. 論文標題 Refugia within refugium of <i>Geranium yezoense</i> varieties: a follow-up study using chloroplast genome sequencing data of specimen from Mt. Asama	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Biological Journal of the Linnean Society	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/biolinnean/blad121	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Masuda, K., Setoguchi, H., Nagasawa, K., Hirota, S., Suyama, Y., Sawa, K., Fukumoto, S., Ishihara, M., Abe, H., Tsuboi, H., Tango, T., Mori, S. and Sakaguchi, S.	4. 巻 111
2. 論文標題 Genetic consequences of Last Glacial-Holocene changes in snowfall regime in <i>Arnica montana</i> populations: A plant confined to heavy-snow areas of Japan	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 American Journal of Botany	6. 最初と最後の頁 e16275
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ajb2.16275	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Xia, M., Luo, Y., Suyama, Y., Matsuo, A., Sakaguchi, S., Wang, Y. and Li, P.	4. 巻 30
2. 論文標題 Genetic divergence and ecological adaptation of an eastern North American spring ephemeral <i>Sanguinaria canadensis</i>	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Diversity and Distributions	6. 最初と最後の頁 e13813
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ddi.13813	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計26件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 山本宗立, 小枝壮太, 中野龍太郎, 阪口翔太, 永野惇, 田中義行, 松島憲一
2. 発表標題 Rad-seq法を用いた日本・東南アジア・ミクロネシアのキダチトウガラシの系統解析
3. 学会等名 日本熱帯農業学会第131回講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 増田和俊, 瀬戸口浩彰, 長澤耕樹, 鈴木節子, 久保田涉誠, 佐藤真, 阪口翔太
2. 発表標題 海洋島で雌雄異株化したムラサキシキブ属はどのような性決定ゲノム基盤を獲得したのか？
3. 学会等名 森林遺伝育種学会第11回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 倉田正観, 阪口翔太, 池田啓, 廣田峻, 倉島 治, 陶山佳久・伊藤元己
2. 発表標題 高山植物チシマフウロは東アジアに起源しベーリンジアへと分布を拡大させた
3. 学会等名 日本植物分類学会第22回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中川さやか, 土畑重人, 山崎皆実, 阪口翔太, 倉田正観, 伊東拓朗, 岩崎貴也, 永野惇, 瀬戸口浩彰, 井鷲裕司, 副島顕子, 伊藤元己
2. 発表標題 4 倍体キク科ヤマジノギク種群および近縁種の集団遺伝学的解析
3. 学会等名 日本植物分類学会第22回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 増田和俊, 瀬戸口浩彰, 長澤耕樹, 鈴木節子, 久保田涉誠, 佐藤真, 阪口翔太
2. 発表標題 海洋島における雌雄異株化のゲノム基盤: 小笠原産ムラサキシキブ属での検証
3. 学会等名 日本植物分類学会第22回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高添清登, 瀬戸口浩彰, 永野惇, 石川直子, 堀江健二, 伊藤元己, 阪口翔太
2. 発表標題 日本列島における超塩基性岩型アキノキリンソウの平行進化の検証
3. 学会等名 日本植物分類学会第22回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 林雅貴, 仲野慶大, 阪口翔太, 福島慶太郎, 石川直子, 井鷲裕司, 陶山佳久, 伊藤元己, 西野貴子
2. 発表標題 サワシロギクの蛇紋岩適応と微生物作用: 植物炭疽病菌は敵か, 味方か?
3. 学会等名 日本植物分類学会第22回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 瀬戸口浩彰, 阪口翔太, 川喜多遥菜, 井鷲裕司, 茂木雄二, 葉山佳代
2. 発表標題 遺伝的多様性を考慮した小笠原諸島固有種タイヨウフトウカズラの生息域内・域外保全
3. 学会等名 日本植物分類学会第22回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 長澤耕樹, 瀬戸口浩彰, 内藤健, 永野惇, 石川直子, 阪口翔太
2. 発表標題 網羅的発現解析と全ゲノム比較に基づく極限植物ヤマタヌキランの低 pH 耐性遺伝子の探索
3. 学会等名 日本植物分類学会第22回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 阪口翔太, 石川直子, 阿部篤志, 瀬戸口浩彰, 高橋大樹, 永野 惇, 牧雅之, 喜屋武隆太, 伊藤元己
2. 発表標題 溪流沿い植物の種分化ゲノミクス: 沖縄産 <i>Solidago</i> 属での狭葉化・交配前隔離の遺伝的基盤を探る
3. 学会等名 日本植物分類学会第22回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高橋大樹, 陶山佳久, 福島慶太郎, 瀬戸口浩彰, 阪口翔太
2. 発表標題 シカが高密度で生息する島における植物の矮小進化: 屋久島における事例
3. 学会等名 日本生態学会第70回大会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 川喜多遥菜, 阪口翔太, 永野惇, 長澤耕樹, 福島慶太郎, 高橋大樹, 増田和俊, 瀬戸口浩彰
2. 発表標題 遺伝子とフィールドから読み解く海洋島の適応放散: 小笠原諸島の事例
3. 学会等名 日本生態学会第70回大会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 門脇浩明, 本庄三恵, 中村直人, 北川陽一郎, 石原正恵, 松岡俊将, 立木佑弥, 福島慶太郎, 阪口翔太, 井上みずき, 藤木大介, 境優, 高柳敦, 山崎理正, 徳地直子, 高橋大樹, 長澤耕樹, 増田和俊
2. 発表標題 シカによる過採食が土壤微生物群集に与える影響：広域シカ柵設置サイトにおける解析例
3. 学会等名 日本生態学会第70回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大塚 裕斗, 井上 みずき, 山崎 理正, 高柳 敦, 福島 慶太郎, 阪口翔太, 藤木 大介, 境 優, 高橋 大樹, 長澤 耕樹, 増田 和俊, 石原正恵
2. 発表標題 機械学習LightGBMによるシカの目撃頻度予測
3. 学会等名 日本生態学会第70回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 増田和俊, 瀬戸口浩彰, 長澤耕樹, 鈴木節子, 久保田涉誠, 佐藤真, 阪口翔太
2. 発表標題 海洋島で雌雄異株化したムラサキシキブ属における性決定ゲノム領域の特定
3. 学会等名 日本生態学会第70回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 長澤耕樹, 瀬戸口浩彰, 内藤健, 永野惇, 石川直子, 阪口翔太
2. 発表標題 ペルオキシダーゼ遺伝子群に着目した強酸性植物ヤマタヌキランの低pH耐性進化の検証
3. 学会等名 日本生態学会第70回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 阪口翔太, 中臺亮介, 井鷲裕司, 瀬戸口浩彰, Valtonen Anu, Gudinskas Zigmantas, Kietyk Piotr, 石川直子, 重信秀治, 山口勝司, 伊藤元己
2. 発表標題 北極圏へのアキノキリンソウ(キク科)の拡散過程の復元
3. 学会等名 日本生態学会第70回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 阪口翔太, Seregin, A.P., Marchuk, E., Semple, J., Pan, Li, Qiu, Y-X., 瀬戸口浩彰, 牧雅之, 陶山佳久, 廣田峻, 石川直子, Chernyagina, O., Choi, H-J., 中臺亮介, 重信秀治, 山口勝司, 伊藤元己
2. 発表標題 標本ゲノミクスで明らかになったアキノキリンソウのユーラシア拡散史
3. 学会等名 日本生態学会第69回大会
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 阪口翔太
2. 発表標題 ゲノム情報を活用した隠蔽希少植物の発見とその環境適応性の保全
3. 学会等名 日本生態学会第69回大会(招待講演)
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 高橋大樹, 陶山佳久, 瀬戸口浩彰, 阪口翔太
2. 発表標題 シカの採食圧が屋久島矮小植物群を生んだ? -シカの嗜好性と植物体サイズの関係
3. 学会等名 日本生態学会第69回大会
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名	阪口翔太, Seregin, A.P., Marchuk, E., Semple, J., Pan, Li, Qiu, Y-X., 瀬戸口浩彰, 牧雅之, 陶山佳久, 廣田峻, 石川直子, Chernyagina, O., Choi, H-J., 中臺亮介, 重信秀治, 山口勝司, 伊藤元己
2. 発表標題	標本ゲノミクスで明らかになった広義アキノキリンソウのユーラシア拡散史
3. 学会等名	日本植物分類学会第21回大会
4. 発表年	2021年～2022年

1. 発表者名	喜屋武隆太, 伊東拓朗, 藤井伸二, 山城考, 阪口翔太, 伊藤元己, 牧雅之
2. 発表標題	溪流沿い植物アオヤギバナの収斂進化に関するトランスクリプトーム比較解析
3. 学会等名	日本植物分類学会第21回大会
4. 発表年	2021年～2022年

1. 発表者名	Sakaguchi, S.
2. 発表標題	Continent-wide phylogeography and genetic local adaptation of Eurasian goldenrod (<i>Solidago virgaurea</i> s.l., Asteraceae)
3. 学会等名	East Asian Plant Diversity and Conservation Symposium 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年	2023年

1. 発表者名	Sakaguchi, S., Horie, K., Ishikawa, N., Shigenobu, S., Yamaguchi, K., Hasebe, M., Setoguchi, H., Kubota, S., Kurashima, O., Fukushima, K., Suyama, Y., Hirota, S., Ito M.
2. 発表標題	Genetic parallelism during recurrent serpentine adaptation in the Eurasian goldenrod in Japan
3. 学会等名	The 10th International Conference on Serpentine Ecology (国際学会)
4. 発表年	2023年

1. 発表者名 Nagasawa, K., Setoguchi, H., Naito, K., Nagano, A., Ishikawa, N. Sakaguchi, S.
2. 発表標題 Genomic basis of tolerance to extremely low-pH in an extremophyte (<i>Carex angustisquama</i> , Cyperaceae) in highly acidic volcanic soils in Japan
3. 学会等名 The 10th International Conference on Serpentine Ecology (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takazoe, K., Setoguchi, H., Nagano, A., Ishikawa, N., Horie, K., Ito, M., Sakaguchi, S.
2. 発表標題 Parallel adaptation to ultramafic soils in <i>Solidago virgaurea</i> L. across the Japanese Archipelago
3. 学会等名 The 10th International Conference on Serpentine Ecology (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 戸丸信弘・内山憲太郎・玉木一郎・阪口翔太 編	4. 発行年 2022年
2. 出版社 ミドリ印刷	5. 総ページ数 245
3. 書名 日本における森林樹木の遺伝的多様性と地理的遺伝構造	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	久保田 涉誠 (Kubota Shosei) (10771701)	株式会社ファスマック・バイオ研究支援事業部・研究員(移行) (92723)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	石川 直子 (Ishikawa Naoko) (20771322)	大阪公立大学・大学院理学研究科・特任講師 (24405)	
研究分担者	福島 慶太郎 (Fukushima Keitaro) (60549426)	福島大学・食農学類・准教授 (11601)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関