

令和 6 年 6 月 25 日現在

機関番号：14301

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)）

研究期間：2019～2023

課題番号：19KK0156

研究課題名（和文）ゲノム科学と認知科学の融合による消費者指向型高品質ブルーベリー育種の基盤整備

研究課題名（英文）Establishment of the consumer-oriented breeding system in blueberry based on genomic and cognitive sciences

研究代表者

田尾 龍太郎（TAO, RYUTARO）

京都大学・農学研究科・教授

研究者番号：10211997

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究はブルーベリー育種に関する日米国際共同研究である。ブルーベリーの多様な遺伝資源を活用し、ゲノムワイドな多型情報をもとにその育種成立過程を解明した。加えて代謝物プロファイリングを行い、生化学的特性に基づいてゲノム多型と嗜好性要因とを紐付けるための情報を得た。また認知科学の手法を取り入れ、嗜好型官能評価と分析型官能評価試験を実施し、高品質果実生産のための基盤情報を得た。以上、本研究は「日本独自の高品質ブルーベリー育成のための最適経路」をもたらす育種方針、ゲノム構造およびマーカー育種体系を確立し、消費者を指向する暖地適応型ブルーベリー育種に応用することが可能な実験結果を提供した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本におけるブルーベリー栽培は歴史が浅く、1951年に米国から導入したのがはじまりであり、本格的な栽培は1980年代の後半からである。現在までブルーベリーの消費は増加し続けており、日本の風土や環境条件、消費者嗜好にあった品種の育成は急務である。本研究では、米国で保存されている多様なブルーベリーの遺伝資源を利用して、ゲノム解析、ならびに食味と外観に関する官能評価を行い、ブルーベリーの環境適応性や進化に関する基礎学術知見に加え、果実の嗜好性をゲノミクス、認知科学、生化学の視点から特徴づけたものであり、得られた知見は暖地適応型ブルーベリーの消費者指向型育種戦略の構築に応用することが可能である。

研究成果の概要（英文）：This study is an international collaborative research project between Japan and the United States on blueberry breeding. Utilizing the diverse genetic resources of blueberries, we elucidated the breeding process based on genome-wide polymorphism information. Additionally, metabolite profiling was conducted to obtain information linking genomic polymorphisms with preference factors based on biochemical characteristics. We performed both hedonic sensory evaluations and analytical sensory evaluations, obtaining basic information for the production of high-quality fruits. Consequently, this study gave significant information for establishing breeding strategies and marker-assisted breeding systems that offer the optimal path for developing Japanese original high-quality blueberries. The information obtained can be applied to consumer-oriented breeding of warm-climate-adapted blueberries.

研究分野：果樹園芸学

キーワード：果樹 園芸 嗜好性 栽培化 倍数体

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

ブルーベリーは近年世界的に生産・消費が増加している。そのうちサザンハイブッシュブルーベリーは、食味に優れるハイブッシュ種に、アメリカ南部に自生する常緑性のダローズエバグリーン種などが有する少低温要求性および耐暑性など暖地栽培に必要となる形質が導入された品種群である。サザンハイブッシュブルーベリーは日本の環境条件でも比較的品質の良い果実生産が可能なることから、日本でも注目されている品種群でもある。しかし、日本のブルーベリー産業の歴史は浅く、現在の生産は海外(主に米国)からの導入品種にほぼ完全に依存している状況にある。今後、日本の気候や、生産・流通体系、消費嗜好性に着目した育種を達成できれば関連産業のさらなる活性化が期待できる。研究代表者らは、サザンハイブッシュブルーベリーの開花期や休眠期に関する知見の集積を目的に遺伝資源と品種の導入を進めてきたが、国内に保有されているブルーベリーの遺伝的多様性は限られており、また育種に関わる基礎情報も不足しているため、得られているデータは限られていた。このため、ブルーベリーの遺伝資源とその形質情報を有する国外の機関との共同研究が不可欠な状況にあった。

このような状況の下、2017年夏、研究代表者は米国農務省の Southern Horticultural Research Unit (ミシシッピ州 Poplarville) に所属する Babiker 研究員よりブルーベリーのゲノムワイド関連解析の共同研究の打診を受けた。Southern Horticultural Research Unit は全米一のサザンハイブッシュブルーベリーの遺伝資源保有していたことから、Babiker 研究員の協力があれば、近代育種により栽培可能地域の著しい南下に成功した遺伝的要因の解明を行うことができると考え、本研究の着想に至った。さらに多様な食味・外観をもつサザンハイブッシュブルーベリーコレクションを利用することで、日本でのブルーベリー育種に有用な知見を得るための研究も同時に行うことにした、すなわち、サザンハイブッシュブルーベリーの環境適応性や進化研究に加え、ブルーベリー果実の嗜好性をゲノミクス、認知科学、生化学の視点から特徴づけることが、本研究の特色であり、オリジナルな部分であった。

### 2. 研究の目的

世界でブルーベリーの本格的な栽培と育種がはじまったのは20世紀初頭であり、より高いパフォーマンスを発揮できる品種を育成できる余地が多く残されている。日本のブルーベリー栽培はさらに遅く、1951年に米国からノーザンハイブッシュブルーベリーを導入したのははじまりで、本格的な栽培は1980年代の後半からである。現在までブルーベリーの消費は増加し続けており、日本の風土や環境条件、消費者嗜好にあったブルーベリー品種の育成は急務である。リンゴ‘ふじ’やイチゴ‘あまおう’、ブドウ‘シャインマスカット’など、日本の園芸品種は高品質であることに加えて諸外国の栽培環境でも品質が安定し、諸外国の消費者からも高く評価されており、世界的に栽培が拡大している。このような育種が達成できた要因として、日本人の果実品質に対する独特なこだわりと日本人のもつ職人的気質がうまく作用したと考えている。日本のブルーベリーの現状は、かつてのリンゴやイチゴの状況と類似しており、嗜好性を追求することでさらなる改良が期待できる。本研究では、高品質ブルーベリーの育種を効率的に進めるため、実験心理学の手法を取り入れて嗜好性を高める要素を選び出すことと日本向けの育種のための基礎情報を得ることである。食物に対する認知科学では、食経験が嗜好性に及ぼす影響がよく知られている、研究開始直後にはじまったコロナ禍のために、米国での嗜好性調査の研究は困難になったが、文献情報と照らし合わせることで、ブルーベリー生果実の食経験が浅い日本人と食する機会が多いアメリカ人の嗜好性と比較して、日本人特有のブルーベリー果実の嗜好性を明確することも本研究の目的である。

また加えて、本研究では果実品質に加え、開花期や熟期など暖地栽培を可能とする形質に関して調査した。サザンハイブッシュブルーベリーは種間交雑を経た四倍体であり、ヘテロな倍数体の品種集団という複雑な遺伝背景にある。ゲノミクスの面では、野生種との交雑による近代育種の結果成立したサザンハイブッシュブルーベリーの品種集団は、種間交雑の有意性について検討する上でも有用である。本研究で得られた知見は、消費者を指向する暖地適応型ブルーベリーのマーカー育種や育種戦略の組み立て、他の園芸作物における消費者指向型育種の促進、今後新しい果樹を導入した場合の販売戦略の組み立てに活用できる点で創造性が高い。

### 3. 研究の方法

#### サザンハイブッシュブルーベリーのゲノム進化

米国農務省および京都大学を中心とする国内からサザンハイブッシュブルーベリー、ノーザンハイブッシュブルーベリー、ラビットアイブルーベリー、および雑種系統を含めて総計137品種系統からDNAを抽出し、ddRAD-seqによりゲノムシークエンシングを行った。近年公開された四倍体ハイブッシュブルーベリー‘Draper’のリファレンスゲノムを対象に、updogをはじめとする倍数体のアレル量を考慮したgenotyping手法を適用し、ゲノムワイドの多型情報を得た。ここでは特に、育種に重要な異ゲノム流入程度とヘテロ接合度に着目して集団遺伝学的解析を行い、ブルーベリー集団のゲノム特性を評価した。

ブルーベリーは、同一減数分裂由来の 4 つの配偶子が結合した四分子花粉を有する。この特性を利用して、花粉における四分子分析とゲノムシーケンスにより、ブルーベリーゲノムの特性解析を試みた。同一花粉に由来する 4 つの花粉管を別々にサンプリングし、全ゲノム増幅を行った後、ショートリードシーケンスを行った。得られた各配偶子ゲノムのデータを用いて、減数分裂時の接合パターンやセントロメアの位置を推定した。

サザンハイブッシュブルーベリーはノーザンハイブッシュブルーベリーにアメリカ南部の野生種を種間交雑して育成された品種群であり、暖地での生育に有利なフェノロジー性質を示す。そこで、ジェノタイプングしたサザンハイブッシュブルーベリー遺伝資源のうち 95 系統について、USDA-SHRU の環境において、サザンハイブッシュブルーベリーに特徴的な 5 種のフェノロジー関連形質（低温要求量、開花日、成熟日、成熟までの日数、連続開花性）を Babiker 研究員と共同で 2 年間にわたって調査した。これまでに得たデータを統合し、ゲノムワイドアソシエーション解析 (GWAS) を行った。GWAS では倍数性を考慮し、GWASpoly の倍数体モデル、およびアレル量を連続データとして GEMMA パッケージの univariate linear mixed model を用いて解析した。

さらに、今後の嗜好性向上育種に向けて、果実形質についても多様性パネルにおいて調査し、遺伝的背景を調査した。USDA-SHRU が所有するサザンハイブッシュブルーベリー遺伝資源および F1 集団について、これまで合計 4 年間にわたって、5 種の果実形質（果実重、糖度、pH、硬度、アントシアニン含量）を Babiker 研究員と共同で調査した。また、うち 2 年間については糖組成・酸組成・各種フェノロジー形質についても調査した。上記と同様の GWAS 手法を適用したうえで、形質の年次変動の背景をノンパラメトリック手法により評価し、各種形質との関連性を調査した。

ブルーベリーの消費嗜好に関する官能試験

本研究の官能試験は、一般消費者を想定しての嗜好型官能評価試験と訓練を受けたスペシャリストによる分析型官能評価試験の 2 種類を実施した。

計 34 品種のブルーベリー果実を供試した[サザンハイブッシュブルーベリー 14 品種（' Biloxi ', ' Bladen ', ' Cooper ', ' Duplin ', ' Georgiagem ', ' Misty ', ' NewHanovor ', ' O ' Neal ', ' PearlRiver ', ' Riveille ', ' Sharpblue ', ' Summit ', ' Sumpson ', ' Sunshineblue '）、ノーザンハイブッシュブルーベリー 10 品種（' Blueray ', ' Brigitta ', ' Carolineblue ', ' Chandler ', ' Darrow ', ' Earliblue ', ' Nelson ', ' Elizabeth ', ' Sierra ', ' Spartan '）、ラビットアイブルーベリー 10 品種（' Baldwin ', ' Brightwell ', ' Climax ', ' Homebell ', ' Oregonblue ', ' PinkLemonade ', ' Powderblue ', ' T-100 ', ' Tifblue ', ' Woodard '）]。2000 年から 2022 年の 3 カ年に、京都大学農学研究科所属の教員や大学生からなる、のべ 90 名のパネルを構成し、官能評価試験をおこなった。なお、本試験の実施については、農学研究倫理に関して、京都大学農学研究科・農学部研究活動推進委員会による承認のもとに行った。

評価スケールには嗜好型 gLMS ( general labeled magnitude scale, -100:+100 ) を用い、果実の嗜好性（全体の好き嫌い、食感の好き嫌い）を評価した。また、分析型 gLMS ( 0:+100 ) を用いて、味強度（甘味、酸味）および食感特性（歯ごたえ、ザラザラ感）を評価した。糖酸計 ( PAL-BX/ACID F5, ATAGO ) により各品種の糖度 ( Brix, % ) および酸度 ( クエン酸相当, % ) を測定し、果実硬度をテクスチャーアナライザーにより測定した。官能評価値、甘味、酸味、果実硬度の関係をピアソンの相関解析あるいは主成分分析により解析した。

果実の味と香りの分析型官能評価については、訓練された 9 名をパネリストとし、定量的記述分析法を適用した評価も実施した。フローラル、フルーティー、シトラス、グラッシー、ハーバル、スパイシー、発酵の 7 項目の香り強度を 20 段階で評価した。揮発性成分の分析には、固相マイクロ抽出法 ( SPME 法 ) を用い、ガスクロマトグラフィー質量分析計 ( GC-MS ) で分析した。標準品およびマススペクトルにより定性を行い、内部標準との比較により定量を行った。一元あるいは二元配置の分散分析や Tukey-Kramer の多重比較検定あるいは主成分分析により統計解析した。

本研究の目的のひとつである、日米の食経験・食習慣の違いがブルーベリー嗜好性に及ぼす影響を明らかにするために、アメリカ合衆国で実施された嗜好型官能評価試験 ( Gilbert et al., 2015 ) と同様な試験行程をデザインし、日本人消費者を対象として実験を実施した。得られた結果について、論文で示されたデータと比較評価することで、日本人とアメリカ人のブルーベリー嗜好性の違いや傾向について検証した。

#### 4. 研究成果

サザンハイブッシュブルーベリーのゲノム進化

ブルーベリーのゲノミクスについては、研究開始当初、四倍体ブルーベリーのリファレンスゲノム ( Colle et al., 2019 ) が公開されていたものの、そのゲノム多様性や集団遺伝学的特性については理解が進んでいなかった。本研究では多様な倍数性ブルーベリーを ddRAD-seq によりジェノタイプングし、集団構造の特徴を調査した。ゲノム解析から得られた多型情報を用いて主成分分析を行ったところ、ラビットアイブルーベリーはハイブッシュブルーベリーと明確に異なるクラスターを形成したものの、ノーザンハイブッシュブルーベリーとサザンハイブッシュブルーベリーはそれぞれクラスターを形成せず、オーバーラップしていた。

サザンハイブッシュブルーベリーは、ノーザンハイブッシュブルーベリーに近縁種を種間交雑することで、暖地適応性を持たせた栽培種集団であるが、多型パターンを詳細に解析したところ、特定のゲノム領域が野生種から取り込まれ共通してサザンハイブッシュブルーベリーに保持されているパターンは観察されなかった。続いて、サザンハイブッシュブルーベリーとノーザンハイブッシュブルーベリーの差異に関わる遺伝子座を探索したところ、少数の遺伝子座が検出された。これらの遺伝子座における集団中のアレル頻度と遺伝子型のパターンから、サザンハイブッシュブルーベリーの暖地適応は、ポリジーン支配である可能性が示唆された。さらに、STRUCTURE を用いて集団構造を解析したところ、サザンハイブッシュブルーベリーの育種過程や育種傾向に関する新たな知見が得られた。すなわち、サザンハイブッシュブルーベリーは、ノーザンハイブッシュブルーベリーやラビットアイブルーベリーと比べて遺伝的に雑ばくであるが、サザンハイブッシュブルーベリーのうち、アメリカ中南部（ノースカロライナ）で育成された品種群は、より南部（フロリダ・ジョージア・ミシシッピ）で育成された品種群よりも同質的なゲノムを有し、*V. corymbosum* 由来のゲノムをより多く保持していることが示された。これは実際の育種過程と一致しており、ローカルな環境適応の実現に向けた育種過程の帰結であると思われた。

さらに、ブルーベリーのゲノム構造を詳細に解析するため、ブルーベリーの持つ四分子花粉を活用したゲノム解析手法を開発した。単一の四分子花粉の四分子のそれぞれから得られたゲノムDNAを解析し比較することで、対合パターンや組換え位置、セントロメア領域を特定することが可能であった。本研究ではごく少数の花粉の解析に限られたが、今後対象を拡大することで新たな知見が得られる可能性がある。

フェノロジー形質はサザンハイブッシュブルーベリーの育種における重要形質であり、育種過程では南部への適応に必要な育種がなされたとされている。本研究で調査した5種のフェノロジー関連形質（低温要求量、開花日、成熟日、成熟までの日数、連続開花性）はいずれも高い遺伝率を示した。GWASを行ったところ、いくつかのピークが得られた。各遺伝子座におけるアレルの地理的分布を解析したところ、検出された少低温要求量アレルと開花遅延アレルは四倍体ハイブッシュブルーベリーの遺伝子プールに introgression されたものと考えられた。さらに、5種の果実形質（果実重、糖度、pH、硬度、アントシアニン含量）についても比較的高い遺伝率を示したが、ゲノムワイドアソシエーション解析を行ったところ、年次間のデータで安定して検出されるピークは得られなかった。そこで、新たに個体別の表現型の安定性を評価するための統計手法を適用し、異なる環境で安定した品質で栽培可能な遺伝子型の特性に関する複数の知見を得た。特に果実サイズについては、年次間の変動とサイズそのものに強い相関があり、小さい果実を着生する遺伝子型はサイズの変動がより大きい傾向にあった。本研究で得られたブルーベリーゲノムと各種形質の遺伝的制御に関する知見は、今後の高品質ブルーベリー育種に向けて有用な知見であると考えられた。

ブルーベリーの消費嗜好に関する官能試験

ブルーベリー遺伝資源の果実代謝物プロファイリングを実施した。分散分析の結果、嗜好性の官能評価値には品種およびパネリスト要因で有意差があった。すなわち、パネリストは品種間の味や食感の違いを区別できており、嗜好性と味や食感特性の間には関連性があることが示唆された。「全体の好き嫌い」は、「食感の好き嫌い」、甘味強度、フレーバー強度、および歯ごたえの評価と有意な相関関係が認められ、とくに食感の好き嫌いと甘味強度との相関が高かった。

嗜好性と味強度について、甘味の強さは「全体の好き嫌い」と強い正の相関  $r = 0.73$  ( $p < 0.01$ ) があつた。一方で、酸味と嗜好性には有意な相関関係はなかった。嗜好性が高い品種では甘味が強く、酸味も強く感じられていた。パネリストが評価した理想の甘味および酸味強度は、甘味 39.1、酸味 22.0 であり、甘みは強いほど、酸味は適度に感じられる果実が理想的であることが示唆された。「全体の好き嫌い」に対して、パネリストが理想とする味強度と知覚した味強度の間には有意な交互作用が認められた。たとえば、強い酸味を好むパネリストは、甘味強度が同程度であった場合、強い酸味を感じた果実をより高く評価した。さらに、同じ味強度でも品種間で嗜好性が異なっていたことから、味強度のほかに食感や香りなどの果実品質が嗜好性に影響していることが考えられた。

嗜好性と食感特性について、ザラザラ感は「全体の好き嫌い」と負の相関  $r = -0.35$  ( $p < 0.05$ ) があつた。ブルーベリーは果実を丸ごと食べるため、果皮が厚く種子数が多い果実は口腔内での物理的作用が大きくなり、ザラザラ感が強くなると考えられる。また、歯ごたえは「食感の好き嫌い」と有意な正の相関  $r = 0.59$  ( $p < 0.01$ ) があつた。以上より、果実に歯ごたえがあり、ザラザラ感が少ない果実が好まれる傾向にあることが示唆された。

食感特性に関する主成分分析の結果、食感の嗜好性が高い果実は、大粒で滑らかな食感を持つ果実あるいは小～中粒で歯ごたえが強い果実の2タイプがあり、それらに共通して果皮の剛性 ( $N \cdot mm^{-1}$ ) (skin stiffness) が高いことが示唆された。

サザンハイブッシュブルーベリーおよびノーザンハイブッシュブルーベリーは特徴的な香りを有する品種が多い傾向があり、「O'Neal」はフルーティー、「Misty」はグラッシーとハーバル、「Spartan」はフローラルの香りが強く知覚されていた。一方ラビットアイブルーベリー品種は全体的に香りが弱い傾向にあつた。フルーティーな香りは全体の嗜好性と正の相関 ( $r = 0.57$ ) を示した。GC-MS 分析により検出された揮発性成分 (41 種類) の定量値を用いて、主成分分析を行った。その結果、第1主成分はエステル類、第2主成分はアルデヒド類とモノテルペン類

の因子負荷量が高く、それらの量や組み合わせによって異なる香り特性を有すると考えられた。PLS 解析により、重要度変数(VIP 値)を用いて各香り特性に関連する揮発性成分を特定した。フルーティー香の強さには、エステル類の methyl isovalerate などが 1 以上の VIP 値を示し、正に相関していた。一方で、単体では草様の香気特性を持つアルデヒド類も高 VIP 値を示していたことから、香気成分の相互作用などの観点から、今後さらに詳細に検討が必要である。本研究で得た日本人消費者を対象にした試験結果と、同様な方法でアメリカ人消費者を対象にした試験結果を比較した。両結果とも、ブルーベリーの好き嫌いには甘味強度が大きな影響を与える点は一致していた。しかしながら、酸味強度が好き嫌いに与える影響は異なった。すなわちアメリカ人消費者は酸味が少ないブルーベリーを好む傾向だったが、日本人消費者のなかには酸味が強いブルーベリーを好む傾向をもつ消費者が一定数みとめられた。この結果は日本人に特徴的なブルーベリー嗜好性を意味する可能性がある。今後のブルーベリー育種戦略に対して有用な知見を与えるものである。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Nagasaka Kyoka, Nishiyama Soichiro, Fujikawa Mao, Yamane Hisayo, Shirasawa Kenta, Babiker Ebrahim, Tao Ryutaro	4. 巻 12
2. 論文標題 Genome-Wide Identification of Loci Associated With Phenology-Related Traits and Their Adaptive Variations in a Highbush Blueberry Collection	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 793679
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2021.793679	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 該当する
1. 著者名 Nagasaka Kyoka, Yamane Hisayo, Nishiyama Soichiro, Ebihara Shu, Matsuzaki Ryusuke, Shoji Masakazu, Tao Ryutaro	4. 巻 91
2. 論文標題 Insights into the Physiological and Molecular Mechanisms Underlying Highbush Blueberry Fruit Growth Affected by the Pollen Source	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Horticulture Journal	6. 最初と最後の頁 140 ~ 151
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2503/hortj.UTD-332	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 Omori Masafumi, Cheng Chieh-Chi, Hsu Fu-Chiun, Chen Shiang-Jiuun, Yamane Hisayo, Tao Ryutaro, Li Kuo-Tan	4. 巻 306
2. 論文標題 Off-season flowering and expression of flowering-related genes during floral bud differentiation of rabbiteye blueberry in a subtropical climate	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientia Horticulturae	6. 最初と最後の頁 111458 ~ 111458
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scienta.2022.111458	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 該当する
1. 著者名 Li Taishan, Zhang Jiajia, Yamane H., Tao R.	4. 巻 1344
2. 論文標題 Epigenetic modification, a novel strategy to artificially control blueberry fruit ripening	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Acta Horticulturae	6. 最初と最後の頁 1 ~ 6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17660/ActaHortic.2022.1344.1	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 該当する

1. 著者名 Li Taishan, Yamane Hisayo, Tao Ryutaro	4. 巻 8
2. 論文標題 Preharvest long-term exposure to UV-B radiation promotes fruit ripening and modifies stage-specific anthocyanin metabolism in highbush blueberry	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Horticulture Research	6. 最初と最後の頁 67
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41438-021-00503-4	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 Li, T., H. Yamane and R. Tao	4. 巻 1312
2. 論文標題 Effects of preharvest UV-B irradiation on anthocyanin biosynthesis in blueberry	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Acta Hort.	6. 最初と最後の頁 139-144
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17660/ActaHortic.2021.1312.21	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 Nagasaka, K., H. Yamane and R. Tao	4. 巻 1312
2. 論文標題 Evaluation of the effects of pollination on fruit size and quality of highbush blueberry	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Acta Hortic.	6. 最初と最後の頁 25-30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17660/ActaHortic.2021.1312.4	査読の有無 無
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 Nishiyama, S., M. Fujikawa, H. Yamane, K. Shirasawa, E. Babiker and R. Tao	4. 巻 126
2. 論文標題 Genomic insight into the developmental history of southern highbush blueberry populations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Heredity	6. 最初と最後の頁 194-205
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41437-020-00362-0	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 該当する

1. 著者名 Omori, M., H. Yamane, K-T. Li, R. Matsuzaki, S. Ebihara, T-S. Li and R. Tao.	4. 巻 1280
2. 論文標題 Expressional analysis of FT and CEN genes in a continuously flowering highbush blueberry 'Blue Muffin'	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Acta Hort.	6. 最初と最後の頁 197-201
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17660/ActaHortic.2020.1280.27	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 該当する

1. 著者名 Omori, M., H. Yamane, K. Osakabe, Y. Osakabe, and R. Tao	4. 巻 96
2. 論文標題 Trageted mutagenesis of CENTRORADIALIS using CRISPR/Cas9 system through the improvement of genetic transformation efficiency of tetraploid highbush blueberry	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Hortic. Sci. Biotec.	6. 最初と最後の頁 153-161
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/14620316.2020.1822760	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 Li, T., H. Yamane and R. Tao	4. 巻 8
2. 論文標題 Preharvest long-term exposure to UV-B radiation promotes fruit ripening and modifies stage-specific anthocyanin metabolism in highbush blueberry	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Hort. Res.	6. 最初と最後の頁 67
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41438-021-00503-4	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 -

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Li, T., H. Yamane, and R. Tao
2. 発表標題 Epigenetic modification, a novel strategy to artificially control blueberry fruit ripening
3. 学会等名 ISHS XIV International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 Nagasaka, K., S. Nishiyama, M. Fujikawa, H. Yamane, K. Shirasawa, E. Babiker, R. Tao
2. 発表標題 Polyploid GWAS identifies loci associated with phenology-related traits in southern highbush blueberry
3. 学会等名 31st International Horticultural Congress (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Li, T., H. Yamane and R. Tao
2. 発表標題 Spatiotemporal genome-wide DNA methylation changes during blueberry ripening and DNA demethylation-induced cluster ripening
3. 学会等名 31st International Horticultural Congress (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大森真史・山根久代・刑部祐里子・刑部敬史・田尾龍太郎
2. 発表標題 内在性プロモーターを用いたブルーベリーにおけるゲノム編集効率の向上
3. 学会等名 園芸学会令和4年度春季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平岩尚樹・山根久代・西山総一郎・田尾龍太郎
2. 発表標題 ブルーベリーの味および食感特性が果実の嗜好性に与える影響
3. 学会等名 園芸学会令和4年度春季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大森真史・山根久代・田尾龍太郎
2. 発表標題 ブルーベリー再分化メカニズムに関するトランスクリプトーム解析
3. 学会等名 園芸学会令和4年度秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Li, T., H. Yamane and R. Tao
2. 発表標題 Effects of pre-harvest UV-B irradiation on anthocyanin biosynthesis in blueberry
3. 学会等名 3rd Asian Horticulture Congress (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yamane, H., K. Nagasaka, S. Ebihara, T. Li, R. Matsuzaki, M. Shoji and R. Tao
2. 発表標題 Evaluation of the effects of pollination on fruit size and quality of highbush blueberry
3. 学会等名 3rd Asian Horticulture Congress (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西山総一郎, 藤川真央, 山根久代, 白澤健太, E. Babiker, 田尾龍太郎
2. 発表標題 サザンハイブッシュブルーベリーにおける重要形質のゲノムワイドアソシエーション解析
3. 学会等名 園芸学会令和2年度春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 長坂京香, 西山総一郎, 藤川真央, 山根久代, 白澤健太, E. Babiker, 田尾龍太郎
2. 発表標題 倍数体モデルに基づくサザンハイブッシュブルーベリーのゲノムワイドアソシエーション解析
3. 学会等名 園芸学会令和3年度春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大森真史, 山根久代, 刑部祐里子, 刑部敬史, 田尾龍太郎
2. 発表標題 CRISPR/Cas9によるハイブッシュブルーベリーのゲノム編集
3. 学会等名 園芸学会令和3年度春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西山総一郎*・藤川真央・山根久代・白澤健太・E. Babiker・田尾龍太郎
2. 発表標題 サザンハイブッシュブルーベリーにおける重要形質のゲノムワイドアソシエーション解析
3. 学会等名 園芸学会令和2年度春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nishiyama*, S., M. Fujikawa, E. Babiker, H. Yamane, K. Shirasawa and R. Tao
2. 発表標題 Towards understanding of genome evolution of southern highbush blueberry by ddRAD-Seq
3. 学会等名 Plant and Animal Genome Conference XXVII (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔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	澤田 玲子 (SAWADA REIKO) (20713043)	京都大学・農学研究科・研究員  (14301)	令和元年度と令和2年度のみ参画
研究分担者	西山 総一郎 (NISHIYAMA SOICHIRO) (50827566)	京都大学・農学研究科・助教  (14301)	
研究分担者	山根 久代 (YAMANE HISAYO) (80335306)	京都大学・農学研究科・准教授  (14301)	

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
---------	---------