

令和 3 年 5 月 21 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16H04856

研究課題名（和文）リン資源保全型イネの創出

研究課題名（英文）Development of rice cultivars for phosphorus resource conservation

研究代表者

吉田 薫 (Yoshida, Kaoru)

東京大学・大学院農学生命科学研究科（農学部）・教授

研究者番号：70183994

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,900,000 円

研究成果の概要（和文）：持続的農業生産にとって限りあるリン資源の有効活用は重要課題である。作物のリン吸収・輸送・貯蔵を制御できれば土壌からの過剰なリン収奪を抑制できる。本研究では、イネを材料として、リンの吸収・輸送・貯蔵を制御する遺伝子の同定、およびリン資源保全型イネを作出するための遺伝資源を明らかにすることを目指した。本研究において、(1)根からのリン吸収と初期生育でのリン利用の制御、(2)栄養器官でのリン転流制御、(3)種子へのリン転流制御、の3つの視点から研究を進めた結果、それぞれの場面で重要な役割を果たす遺伝子候補を明らかにするとともに、リン資源保全型品種育成のための育種素材候補を挙げる事ができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで、低リン土壌でも生育できるリン欠耐性作物を育種するための研究は行われてきたが、リン資源の枯渇が迫る現状に対応するためには、吸収したリンを最大限に利用して成長を確保し、最大限の収穫に無駄なくつなげるリン利用の効率化という観点こそ重要である。しかし、このような視点での研究はこれまで行われず、本研究の獨創性、重要性は明らかである。また、本研究で達成される新たな育種戦略は、イネ以外の多くの作物へも適用可能と考えられ、これにより減リン肥栽培が実現すれば、田畑から流出するリンが減少し、湖沼の富栄養化防止にも役立つため、リン資源保全型農業だけでなく環境保全型農業という時代の要請に応える研究である。

研究成果の概要（英文）：Effective utilization of limited phosphorus resources is an important issue for sustainable agricultural production. If phosphorus absorption, transport, and storage in crops can be controlled, excessive phosphorus deprivation from the soil can be suppressed. In this study, we aimed to identify genes that regulate phosphorus absorption, transport, and storage in rice, and to identify genetic resources for producing phosphorus resource-conserving rice. In this study, we investigated (1) the regulation of phosphorus absorption from roots and phosphorus utilization during early growth, (2) the regulation of phosphorus translocation in vegetative organs, and (3) the regulation of phosphorus translocation to seeds. As a result, we were able to identify candidate genes that play important roles in these situations, as well as candidate breeding materials for breeding varieties that conserve phosphorus resources.

研究分野：保全生態学

キーワード：枯渇資源 環境保全型農業 収量・バイオマス 転流

## 1. 研究開始当初の背景

枯渇が危ぶまれているリン資源を有効に活用する持続的農業生産の達成は、21世紀の最重要課題の一つである。植物は自然界に局所的に存在するリン酸を吸収できる時に徹底的に吸収し蓄積するという性質を獲得してきた。農作物においては過剰に吸収したリン酸が必ずしも収量達成にすべて必要とされるわけではない。農業生産におけるリン資源の有効活用を達成するために、作物のリン吸収・転流・蓄積を制御することができれば、過剰なリン肥料投与を抑制することができる。我々はこれまでイネを用いて、リンの貯蔵形態であるイノシトール六リン酸(フィチン酸)合成や蓄積に関わる多くの遺伝子を同定し、リン蓄積の機構解明に取り組んできた(Yoshida et al., 1999, 2002; Feng and Yoshida, 2004; Kuwano et al., 2006, 2009a, 2009b; Suzuki et al., 2007; Sakai et al., 2015; Tagashira et al., 2015)。これらの研究から、植物体内のリン転流を人為的に制御できる可能性が示唆されていた。また、イネにおいてリンの吸収、蓄積には大きな品種間差が認められ、収量と種子リン濃度には相関が見られないことが明らかとなっており(Rose et al. 2010)。土壌からのリン収奪を最小限に抑えて収量を確保するという育種戦略が可能であることが示唆されていた。

## 2. 研究の目的

リン資源の枯渇が迫っている現状に対応するためには、吸収したリンを最大限に利用して成長を確保し、最大の収穫物の獲得に無駄なくつなげるリン利用の効率化という観点が最も重要である。そこで本研究では、リンの吸収・転流・蓄積機構の解明とリン利用の効率化の方策の解明、さらにリン資源保全型イネ作出のために必要な遺伝資源の評価を行うことを目的とした。

## 3. 研究の方法

本研究では農業生物資源ジーンバンクのイネコアコレクションに含まれる品種およびコシヒカリ、キタアケを用いた。遺伝子組換えイネはキタアケを材料とし、Agrobacterium法で作出した。導入遺伝子のプロモーターにはアクチンまたはオレオシンのプロモーターを用いた。イネの圃場栽培は西東京市の東京大学生態調和農学機構内の畑または水田で行った。苗箱での栽培は東京大学農学部(弥生キャンパス)の温室内で、水耕栽培は人工気象器または自然光のバイオトロン内で行った。苗箱および水耕で用いる水耕液はKamachi et al.(1991)を参考に作成した。

リン分析のために回収したサンプルは80で5~7日間乾燥後マルチピースショッカーで粉碎し、Woo and Maher(1995)の方法でリンを抽出した。リンの定量はモリブデンブルー比色法(Chen et al., 1956)に従った。フィチン酸の定量はKuwano et al.(2009)に従った。

Genome Wide Association (GWA)解析には統計解析ソフトRを用いた。ジェノタイプデータには144,935カ所の一塩基多型(SNP)マーカーを用いた。また、Integrative Genomics Viewerを用いて関連遺伝子の探索を行った。

## 4. 研究成果

### (1) 根からのリン吸収、初期成育におけるリン利用制御

植物のリン欠乏応答に関わる転写因子の一つがPHR遺伝子である。PHRの下流には根からのリン吸収や地上部へのリン輸送で働くリン酸トランスポーター、貯蔵された有機リンを分解するフォスファターゼが存在し、PHRの働きでリン欠時に発現が誘導されてリンが必要とされる器官へのリン供給を促進する。我々は、イネの相同遺伝子OsPHR2を高発現させた組換えイネを作出し、リンに対する応答を調査した。その結果、OsPHR2の高発現によりリン吸収が促進され、大量にリンを蓄積した結果、リン過剰障害を起こして生育不良となることが明らかとなった。大量に吸収したリン酸をフィチン酸として液胞に貯蔵することができれば、リン過剰障害を克服できる可能性があると考え、OsPHR2に加えてフィチン酸合成経路の最初のステップで働く酵素遺伝子OsPGK1とフィチン酸を液胞に輸送するトランスポーター遺伝子OsMRP13を過剰発現させた三重高発現組換えイネを作出した。その結果、OsPHR2単独高発現で生じるリン過剰障害を三重高発現によりある程度緩和できることが明らかとなった。この結果は、過剰なリンで汚染された土壌や水域からのリン回収を行う植物の開発につながる重要な知見である。

リン資源保全のためには低リン条件で旺盛な初期生育を維持できる形質が重要である。そこで、イネの初期成育におけるリン欠耐性を品種間で比較するため、イネコアコレクションに含まれるイネ79品種を用い、リン十分条件またはリン欠乏条件下の苗箱で発芽後4週間栽培した。地上部のリン濃度の品種間差はリン十分条件で2.8倍、リン欠乏条件で3.7倍と品種間差が大きく、リン吸収やリン利用効率に関する育種の余地が大きいことがわかった(図1)。また、地上部乾物重のリン欠/リン十分比(リン欠耐性の指標)とリン欠乏条件下でのリン量の間には、有意な正の相関が見られたことから、リン欠乏条件でリンを多く蓄積する品種はリン欠に耐性を示すことが示唆された。リン欠乏条件における初期成育では種子に蓄えられたリンも重要であるが、農地からのリンの持ち出しを軽減するためには種子リン量の少ない品種の利用が必要である。リン欠乏条件で地上部の茎葉に含まれるリンのうち何%が種子リン由来かを調べたと

ころ、30%~80%と品種によって大きく異なることが明らかとなった。茎葉部リン量に占める種子リンの割合が少ないにもかかわらずリン欠乏条件において成育が保たれる品種(JRC28,WRC49)の育種への利用が期待できると考えられた。

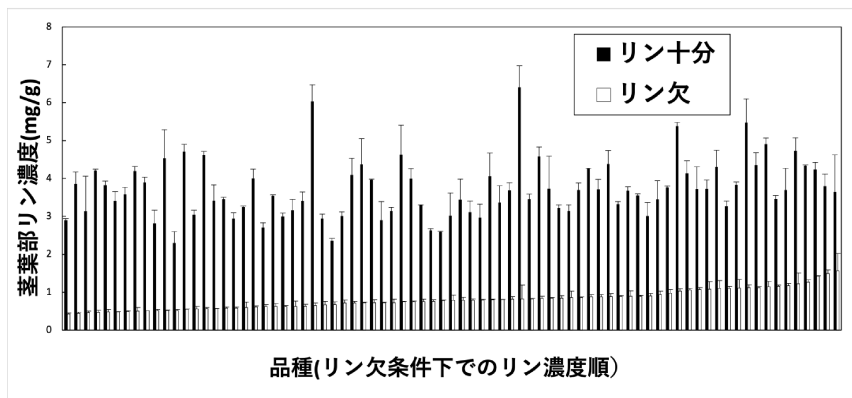


図1 発芽後28日目の地上茎葉部のリン濃度

上述のリン欠乏条件下の地上茎葉部リン濃度について GWA 解析を行ったところ、関連するマーカーがいくつか検出された。このうち、10番染色体上のマーカー近傍には purple acid phosphatase の一種、OsPAP3b が座乗しており、リン濃度の低い品種ではプロモーター領域に挿入や欠失が存在することがわかった。OsPAP3b はリン欠乏応答遺伝子であり (Zang et al., 2011)、土壌中の有機態リンの分解によるリン吸収の促進に関与するとされる (Wang et al., 2014)。

次に、実際の農耕地での根からのリン吸収能と地上部へのリン輸送能の品種間差を調べるため、イネコアコレクションの中から25品種を選定し、慣行栽培条件の水田で育成した。収穫期に地上部を回収し、解析に用いた。収穫期の地上部リン量は地上部のバイオマスの影響を大きく受けるため、バイオマス当たりのリン量を求め、リン吸収・輸送能力の指標とした。その結果、リン吸収・輸送能は品種間で約1.7倍の差が認められた。さらに、低リン条件の畑(可給態リン濃度がリン十分条件の半分以下)で同様の試験を行ったところ、品種間差は2.6倍に拡大した。低リン条件でもリンの吸収・輸送能が落ちない品種がいくつか(JRC42, 44)存在し、これらはリン資源保全のための良い育種素材となりうることが示唆された。

## (2) 栄養器官でのリン転流制御

低リン条件で生育を維持するためには植物体内でのリンの再利用を効率よく行う必要がある。そこで、植物をリン欠乏条件に移した際に、新しい葉の形成に使われるリンが古い葉からいつどのくらい転流されるかを調査し、リン利用効率の高い品種を同定しようと考えた。イネコアコレクションに含まれる80品種を対象として、第三葉の成育が完了した発芽後12日目からリンの供給を止め、第三葉のリンが第四葉以降の新しい葉へ転流する経過を調査した。

発芽後15日目に4.3~16.6 mg/gであった第三葉のリン濃度はその後全ての品種で低下し、発芽後35日目には0.72~9.6 mg/gとなった。リン欠乏前に第三葉に存在したリンの何%が発芽後35日目までに失われたかを調べたところ、各品種のリン量の減少率は41%~90%であったことから(図2)、リン欠乏に应答したリン転流には品種間で2倍以上の差があることがわかった。

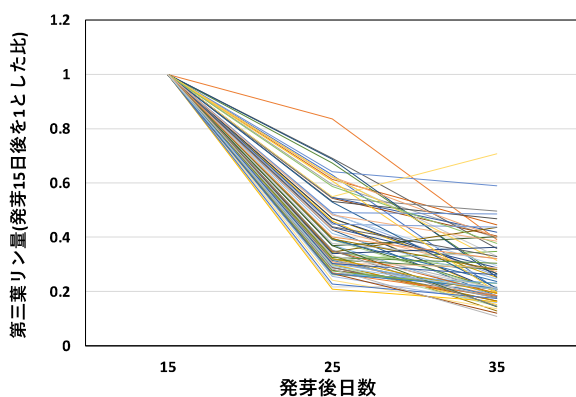


図2 イネ80品種のリン欠乏に应答した第三葉のリン量変化

た。発芽後35日目までに保有するリンの80%以上を他器官に転流させる品種は3割にのぼった。また、リン欠処理後すぐにリン転流が始まる品種とリン転流開始が遅い品種が存在することも明らかとなった(図2)。リン欠処理後すぐにリン転流を開始する品種は、WRC28, 37, 38であった。これらの品種は植物体内で多くのリンを必要とする新しい葉へ古い葉からリン転流を効率よく行うリン利用効率の高い品種の可能性があり、リン資源保全型イネ作出の遺伝資源として有望と考えられた。

次に、発芽後15~35日後までの20日間のリン量およびリン濃度の低下率について GWA 解析を行った。その結果、両者に共通のマーカーが11番染色体上に検出された。このマーカーの近傍には、OsPAP3a と OsPAP7 が座乗していた。(1)で記載した低リン条件の畑で栽培したイネの収

穫期葉リン濃度に関する GWA 解析でも OsPAP3a と OsPAP7 近傍のマーカーが検出されたことから、OsPAP3a と OsPAP7 あるいはその近傍の遺伝子が生育初期から収穫期まで長期間にわたって古い葉からのリン転流に重要な役割を果たしている可能性が考えられた。

さて、酵母ではイノシトール高次リン酸化合物(イノシトールピロリン酸)がリン欠乏応答を制御し、リン欠乏応答遺伝子の発現を促進することが知られている。そこで、植物でもイノシトールピロリン酸が関与するかを明らかにするため、酵母のイノシトールピロリン酸合成酵素 VIP1 の機能を相補するイネホモログ OsVIP1 を同定し、発現を抑制した組換えイネを作出した。水耕栽培実験から、野生型で見られるリン欠乏に応答した古い葉から新しい葉へのリン転流が、OsVIP1 発現抑制組換えイネではほとんど見られないことがわかり、リン欠乏に応答した植物体内でのリンの再分配にイノシトールピロリン酸が関与する可能性が初めて明らかとなった。

### (3) 種子(穂)へのリン転流制御

農耕地から持ち出されるリン量を減少させるためには、種子リン濃度を低下させる必要がある。種子リン濃度にはどの程度の品種間差が見られるのか、遺伝的制御は可能なかを明らかにするため、イネコアコレクション 119 品種 2 年分の種子リン濃度を測定した結果、種子リン濃度には品種間で 2 倍以上の大きな差が見られることが明らかとなった。また、栽培年度によらず種子リン濃度は一定の傾向を示したことから、遺伝的な制御を受ける形質であることがわかった。さらに、種子リン濃度と収量構成要素(種子重、穂重、有効分げつ数)、種子窒素濃度、種子炭素濃度、および発芽後の実生の成長に関するかを解析したが、いずれも関係性は認められなかった。従って、リン資源保全型である種子リン濃度の低い高収量・良食味品種の育成が可能であることが明らかとなった。

種子リン量が穂の着粒数に依存するかを明らかにするため、一穂粒数を出穂時に人為的に減らしてその効果を調査した。その結果、一穂粒数を 30~70% の範囲で減少させても種子リン量は変わらないことが明らかとなり、種子リン量は種子ごとに制御されていることが示唆された。また、リン貯蔵物質であるフィチン酸の濃度を種子で測定したところ、種子のリン濃度とフィチン酸濃度には正の相関が見られたことから、種子でのフィチン酸合成を抑制することができれば種子リン濃度を低下できる可能性が示唆された。そこで、フィチン酸の合成と蓄積に関与する OsPGK1 と OsMRP13 遺伝子を欠損した変異体の種子を分析したところ、フィチン酸濃度は大きく低下したもののリン濃度は低下していなかった。さらに、これらの遺伝子を過剰発現させた組換えイネを作出したところ、種子リンやフィチン酸が 1.5 倍程度増加することがわかった。従って、フィチン酸合成を促進すれば種子リン量は増加するが、抑制しても種子リン量の減少には結びつかないことが示唆された。

申請者は岡山大学との共同研究により、リンの種子への分配を制御するイネのトランスポーター、SULTR-like phosphorus distribution transporter (SPDT) を同定した(Yamaji et al., 2017)。SPDT は、維管束の木部領域で発現し、原形質膜に局在するリンの輸送体をコードしている。この遺伝子のノックアウトイネでは、収量、発芽、初期生育は野生型と変わらないが、種子に含まれるリンとフィチン酸が 20~30% 減少し、栄養器官のリンが増加することがわかった。従って、SPDT はリン資源保全型品種作出に使える有力な遺伝子候補であると考えられた。

次に、実際の耕作地での栽培条件で種子(穂)へのリン転流を制御できるかどうかを知るため、イネコアコレクション 119 品種を対象として根からのリン吸収および穂へのリン転流についての予備実験を行い、できるだけ幅広い形質を示すとともに出穂時期が揃うように 16 品種を選定した。コシヒカリを加えた 17 品種を低リン条件の畑とリン十分条件の水田で育成させ、出穂期と収穫期に穂と地上部栄養器官のリン量を測定した。まず、リン十分条件(慣行栽培)で収穫期にリンを栄養器官に多く残留する品種を同定するため、リン残留率(収穫期の栄養器官リン量/出穂期の栄養器官リン量)および穂へのリン分配率(収穫期の穂リン量/収穫期の地上部全リン量)を求めたところ、リン残留率は 14%~38% と品種間で 2.7 倍の差が、穂へのリン分配率は 55%~70% と 1.3 倍の差が認められた。リン残留率が高い品種は穂へのリン分配率が低い傾向が認められ、リン残留率という指標がリン資源保全型イネ品種の選抜指標として適していることが示唆された。次いで、低リン条件でも同様の解析を行ったところ、低リン条件ではリン十分条件に較べてより多くのリンを栄養器官から穂へ転流させることがわかった。さらに、低リン条件でのリン残留率とリン十分条件のリン残留率には正の相関が見られること(図 3)から、リン残留率という指標は、リンの条件や畑と水田という土壌条件に左右されない安定した指標として用いることができる優れた指標であることが示唆された。

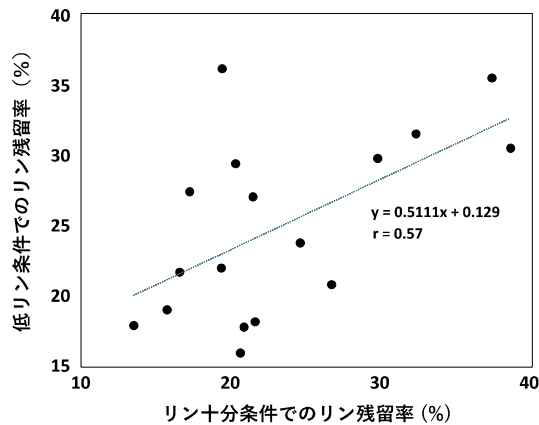


図3 リン条件の異なる土地で育成したイネにおけるリン残留率(収穫期の栄養器官リン量 / 出穂期の栄養器官リン量)の比較

そこで、より多くの品種でリン残留率を調査し、リン資源保全型品種育成の可能性を検討することにした。イネコアコレクションに含まれる 80 品種をリン十分条件の水田で育成し、収穫期の栄養器官へのリン残留率を調査した。その結果、約 8 倍もの品種間差が認められた(図 4)。リン残留率の高い品種は WRC17, 20, 26, 48 であった。これらの品種はリン資源保全型イネ作出のための育種素材となりうる可能性が考えられた。

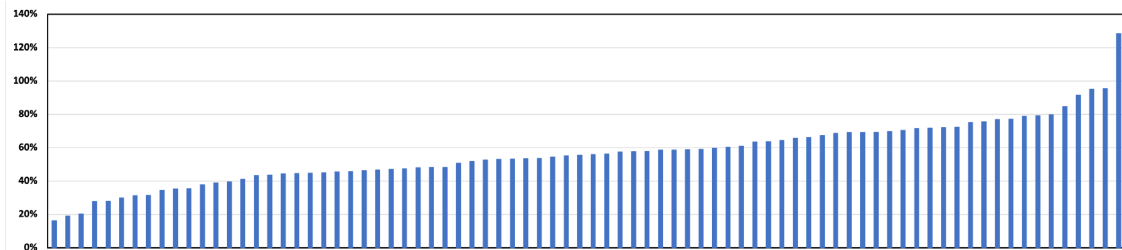


図4 慣行栽培の水田で育成したイネ 80 品種のリン残留率

以上のように本研究から、イネではリンに関する様々な形質において大きな品種間差が存在すること、調査した形質と収量構成要素や成育との関連は見られないことが明らかとなった。イネの作物としての歴史は古く、1 万年以上前から栽培されてきたとされ、収量や食味などをターゲットとした育種が長い年月をかけて行われてきたが、収量や食味には関係していないリンに関する育種が行われなかったことが、大きな品種間差の理由であると考えられる。本研究から、限りあるリン資源を有効に活用するリン資源保全型品種作出の可能性が高いことが示唆された。

リン資源保全型のイネを育成するためには、以下の条件をクリアする必要がある。

- ・低リン条件での栽培にも適応できる
- ・リン十分条件では不必要なリン吸収を行わない
- ・吸収したリンを必要とされる器官に効率よく輸送する
- ・老化した器官から新しい器官へ効率よくリン転流を行う
- ・種子へのリン蓄積が発芽と初期生育に必要とされる最小限である
- ・収穫時の栄養器官へのリン残留率が高い

本研究から、これらの条件をクリアするために必要な重要な役割を担う遺伝子候補や品種育成のための育種素材の候補を挙げることができた。今後、これらの情報を活かした品種育成が進むことを願う。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

|   |                       |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名<br>Ishibashi Y, Takanashi H, Yoshida KT                                | 4. 巻<br>33            |
| 2. 論文標題<br>Functional analysis of the promoter of a rice 18 kDa oleosin gene. | 5. 発行年<br>2016年       |
| 3. 雑誌名<br>Plant Biotechnology   | 6. 最初と最後の頁<br>195-200 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.5511/plantbiotechnology.16.0908a                | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>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<br>-             |

|   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Sakai Hiroaki, Ikemoto Yuka, Kinoshita Toyohiko, Moriwaki Taro, Yoshida Kaoru T.                    | 4. 巻<br>92              |
| 2. 論文標題<br>Fourier-transform spectra of metal salts of phytic acid in the mid- to far-infrared spectral range | 5. 発行年<br>2017年         |
| 3. 雑誌名<br>Vibrational Spectroscopy  | 6. 最初と最後の頁<br>215 ~ 219 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.1016/j.vibspec.2017.07.003  | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |

|  |                     |
|--|---------------------|
| 1. 著者名<br>Yamaji N, Takemoto Y, Miyaji T, Mitani-Ueno N, Yoshida KT, Ma JF                           | 4. 巻<br>541         |
| 2. 論文標題<br>Reducing phosphorus accumulation in rice grains with an impaired transporter in the node. | 5. 発行年<br>2017年     |
| 3. 雑誌名<br>Nature   | 6. 最初と最後の頁<br>92-95 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.1038/nature20610   | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>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<br>-           |

〔学会発表〕 計15件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>椎名裕也・梶原大志・曾我昌史・吉田薫           |
| 2. 発表標題<br>吸収・代謝関連遺伝子多重高発現イネにおけるリン蓄積の解析 |
| 3. 学会等名<br>日本育種学会                       |
| 4. 発表年<br>2021年                         |

|                                |
|--------------------------------|
| 1. 発表者名<br>伊藤 綸太郎・佐々木 和浩・吉田 薫  |
| 2. 発表標題<br>リン資源保全型イネ作出に向けた遺伝解析 |
| 3. 学会等名<br>日本育種学会              |
| 4. 発表年<br>2020年                |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>伊藤 綸太郎・福田 大朗・佐々木 和浩・吉田 薫             |
| 2. 発表標題<br>栄養器官から穂へのリン移動の品種間差異 リン資源保全型イネの作出に向けて |
| 3. 学会等名<br>第40回種子生理生化学研究会年会                     |
| 4. 発表年<br>2019年                                 |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>椎名裕也・梶原大志・吉田薫                |
| 2. 発表標題<br>リン吸収・代謝関連遺伝子高発現イネにおけるリン蓄積の解析 |
| 3. 学会等名<br>第40回種子生理生化学研究会年会             |
| 4. 発表年<br>2019年                         |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Shiori Sato, Ginga Kitaura, Tetsuro Mimura, Hidehiro Fukaki, Kaoru T. Yoshida, Kimitsune Ishizaki |
| 2. 発表標題<br>Phosphorus Remobilization in Marchantia polymorpha.   |
| 3. 学会等名<br>Marchantia Workshop 2019 (国際学会)   |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|                                     |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>福田 大朗・鐘ヶ江 弘美・佐々木 和浩・吉田 薫 |
| 2. 発表標題<br>イネ生育初期のリン欠応答関連遺伝子探索      |
| 3. 学会等名<br>第39回種子生理生化学研究会年会         |
| 4. 発表年<br>2018年                     |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>伊藤 綸太郎・塩崎 麻由・鐘ヶ江 弘美・佐々木 和浩・吉田 薫 |
| 2. 発表標題<br>イネのリン転流に関する品種間差異と関連遺伝子の探索       |
| 3. 学会等名<br>第39回種子生理生化学研究会年会                |
| 4. 発表年<br>2018年                            |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>梶原大志・谷垣翔太・吉田薫                       |
| 2. 発表標題<br>リン吸収・蓄積関連遺伝子導入系統を用いたリン超集積イネ作出への取り組み |
| 3. 学会等名<br>日本育種学会                              |
| 4. 発表年<br>2018年                                |

|                                       |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>海老 勇吾・早川 郷・吉田 薫            |
| 2. 発表標題<br>ABA応答におけるイノシトールピロリン酸の役割の解明 |
| 3. 学会等名<br>日本植物細胞分子生物学会               |
| 4. 発表年<br>2017年                       |



|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>福田 大朗・塩崎 麻由・佐々木 和浩・青木 直大・吉田 薫 |
| 2. 発表標題<br>イネ幼植物体におけるリン欠耐性の品種間差異         |
| 3. 学会等名<br>日本育種学会                        |
| 4. 発表年<br>2017年                          |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>塩崎 麻由・福田 大朗・佐々木 和浩・青木 直大・吉田 薫 |
| 2. 発表標題<br>イネにおけるリンの転流と貯蔵に関する品種間差異       |
| 3. 学会等名<br>日本育種学会                        |
| 4. 発表年<br>2017年                          |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>塩崎麻由、福田大朗、梅田周、佐々木和浩、青木直大、吉田薫 |
| 2. 発表標題<br>世界のイネコアコレクションにおける種子リンの評価     |
| 3. 学会等名<br>日本育種学会                       |
| 4. 発表年<br>2016年                         |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>福田大朗、塩崎麻由、梅田周、佐々木和浩、青木直大、吉田薫    |
| 2. 発表標題<br>世界のイネコアコレクションにおける実生のリン蓄積・分配の多様性 |
| 3. 学会等名<br>日本育種学会                          |
| 4. 発表年<br>2016年                            |

|                                       |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>海老勇吾、早川郷、高梨秀樹、吉田薫          |
| 2. 発表標題<br>ABA応答におけるイノシトールピロリン酸の役割の解明 |
| 3. 学会等名<br>日本育種学会                     |
| 4. 発表年<br>2016年                       |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>齊藤友美、田頭祐介、清水友恵、吉田薫             |
| 2. 発表標題<br>フィチン酸合成におけるOsPGK1の役割と転写制御機構の解明 |
| 3. 学会等名<br>種子生理生化学研究会                     |
| 4. 発表年<br>2016年                           |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

#### 6. 研究組織

|           | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)                         | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号)                        | 備考            |
|-----------|---|--|---------------|
| 研究<br>分担者 | 深野 祐也<br><br>(Fukano Yuya)<br><br>(70713535)      | 東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・助教<br><br><br>(12601) |               |
| 研究<br>分担者 | 佐々木 和浩<br><br>(Sasaki Kazuhiro)<br><br>(70513688) | 東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・助教<br><br><br>(12601) | 削除：2018年9月28日 |

#### 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 |
|---------|---------|
|---------|---------|