

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：12605

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：2020～2023

課題番号：20KK0136

研究課題名（和文）異なる環境下における持続可能なダイズ栽培技術改良のための日欧共同研究

研究課題名（英文）EU-Japan Joint Research for Improving Sustainable Soybean Cultivation Technologies under Different Environments

研究代表者

大津 直子 (Ohtsu, Naoko)

東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授

研究者番号：40513437

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,400,000円

研究成果の概要（和文）：ポーランド土壌より、ポーランドのダイズ品種に対し、乾燥や低温ストレス下でモデル菌株のUSDA110株よりも生育を促進する株を複数同定した。ドイツ土壌から単離したダイズ根粒菌について、ドイツZALFの圃場にて接種試験を行った。雨水のみ条件では、収量と種子タンパク含量の有意な増加が観察された。ドイツZALF圃場にて、ヘアリーベッチ後作としてダイズ栽培を栽培した根圏土壌をメタゲノム解析したところ、真菌にヘアリーベッチの影響が大きく出ることを観察した。PGPRである*Bacillus pumillus* TUAT1株をダイズ栽培に適応する方法として、根粒菌接種より1週間後に接種する方法を確立した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ダイズ栽培が飛躍的に増加している欧州における冷涼、乾燥気候に適したダイズ根粒菌を複数単離同定でき、現地圃場試験で収量増加を確認できた。現在ドイツのベンチャー会社による実用化の取り組みが始まっている。欧州におけるダイズ栽培に日欧共同体制で貢献でき、持続可能な農業に対する日欧の共同体制を強化できた。また同定した根粒菌の窒素固定能力をさらに強化する、共接種菌の接種方法や、緑肥の効果についても、新たな知見をもたらすことができた。

研究成果の概要（英文）：From Polish soil, several strains were identified that promoted growth on Polish soybean varieties under drought and low temperature stresses better than the model strain, USDA110. Soybean rhizobacteria isolated from German soil were tested for inoculation in the field at ZALF, Germany. Significant increases in yield and seed protein content were observed under rainfed-only conditions. Metagenomic analysis of rhizosphere soils from soybean cultivation grown with Hairy Vetch as pre-harvesting crop at the ZALF field in Germany showed that the fungus was significantly affected by the Hairy Vetch. The method of inoculating one week after the rhizobial inoculation was established.

研究分野：植物栄養学

キーワード：ダイズ 根粒菌 ドイツ ポーランド 共接種菌 ヘアリーベッチ

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

中央ヨーロッパはダイズ栽培のフロンティアであり、需要とならび栽培面積が拡大している中、中央ヨーロッパの気候や土壌に合ったダイズ栽培およびダイズを含む輪作体系の確立が求められていた。欧州はダイズ栽培歴が浅いことや冷涼な気候のために、適切な土着根粒菌の存在量が低いと考えられた。また南米等の海外から輸入した根粒菌接種材を使用しており、接種しても根粒着生数が少ないという問題があった。これまでに研究代表者らはドイツ土壌より、特に低温・乾燥ストレスに耐性となる5つの菌株を選抜した。これら菌株は「低温条件下で高い窒素固定活性を示すダイズ根粒菌」として日本国内特許を出願し(特願 2019-224008、2024年に特許第7416404号として登録された)、国際共著論文としても発表した(Yuan et al., 2020)。次の段階としては、これら選抜した根粒菌が、欧州の圃場においてダイズ生育を促進させるかどうかを実証する必要があった。また根粒菌以外の生育促進微生物や、緑肥作物の利用により、さらに欧州のダイズ栽培を改善できる可能性も考えられた。

2. 研究の目的

研究代表者らは、2017年度から2020年度にかけてJST-SICORP Concert-Japanプロジェクトにおいて、ドイツのライプニッツ農業環境景観センター(ZALF)を軸として複数の欧州研究機関とダイズ栽培技術改善についての共同研究を行ってきた。この中でドイツ環境に適したダイズ根粒菌の単離、砕土がダイズ根圏に及ぼす影響の共同調査、バチルスバイオ肥料のダイズ栽培への適応技術の開発等を行ってきた。日本-欧州間の共同研究をさらに発展させ、実用化に向かうために、新たな共同研究プロジェクトが必要であった。具体的には、ドイツ土壌から単離選抜した根粒菌の接種試験や、緑肥植物ヘアリーベッチのダイズ栽培輪作へ組み込む応用試験をZALF等の圃場にて行い、実用化につなげる。根粒菌以外にダイズ生育を促進する微生物については欧州でほとんど研究されておらず、日本側で開発してきたバチルスバイオ肥料や、その他の植物生育促進微生物について、ダイズ栽培に応用させるための基盤研究を行うことを目的とした。

3. 研究の方法

これまでにドイツ土壌から単離した菌株を、ZALF圃場にて接種試験を行った。

ポーランドより植物防疫所を通じて土壌を取り寄せた。欧州ダイズ品種を宿主とし、土壌を接種源として栽培し、できた根粒から根粒菌を単離し、菌自身のストレス耐性試験、および植物への接種試験により優良株を選抜し、配列解析により同定した。

ZALF圃場にて、2022年度2023年に、ヘアリーベッチの後作としてダイズを栽培した。ヘアリーベッチ根圏、開花期および収穫期の根圏土壌を採取し、根圏以外の土壌と共にメタゲノム解析に供した。

Bacillus pumillus TUAT1 株をダイズ栽培に適応されるための、接種のタイミングを検討した。

農工大ダイズ圃場に、心土破砕有および無の区を設け、ダイズの根の広がりや収量を調査した。

UAV空撮画像によるダイズの生育量推定モデルの開発を目指した。

4. 研究成果

(1) ドイツ土壌から単離したダイズ根粒菌の、ZALF圃場における接種試験

ドイツ土壌から単離したダイズ根粒菌 GMF14、GMM36、GEM96 について、ドイツ ZALF の圃場にて、接種試験を行った。ヨーロッパダイズ品種 Siroca, Sultana, Merlin の3種を栽培し、それぞれ灌水有無の区を設けた。灌水により、水分が十分であった区では、モデル根粒菌 USDA110 よりも収量を増加させる株はなかったが、灌水無で、比較的乾燥した条件では、GMF14 接種による収量と、種子タンパク含量の有意な増加が観察された。品種では、Siroca と Merlin に対する効果が高かった。本結果に興味を持ったドイツの種子コーティングベンチャー会社により、2024年度から実用化に向けた試験が開始されることとなった。

(2) ポーランド土壌からの冷涼・乾燥環境に適したダイズ根粒菌の単離解析

ポーランド土壌より、欧州ダイズ品種 Abelina, Merlin, Sultana を宿主として接種し、2000個以上の根粒を得、そこから333株の根粒菌を単離した。その中から高温、低温、浸透圧、塩ストレスの程度を指標に約50株を単離し、16s-rRNA配列解析を元に同定した。その中には、これまでダイズ根粒菌として知られていなかった *Tardiphaga*, *Phyllobacterium*, *Ralstonia* 属の株も存在した。実験室におけるポット栽培で、乾燥および低温条件に設定して接種試験を行った。乾燥条件、低温条件で効果が高い株を数株同定できた。これらのうち *Bradyrhizobium* 属の株は、*B. japonicum* USDA123 と系統樹において同じ系統に分類されたが、*B. japonicum* USDA123 は温度が低下するにつれて、*nodC* の発現量を増加させることが知られていた(Shiro et al., 2016)。また1株は *Phyllobacterium* 属細菌であり、と分かった。ただしこの属で根粒菌としての報告はなかったため全ゲノム解析を行ったところ、根粒形成に必要な *nod* 遺伝子がなかった。このことからこの株に

根粒菌が強く付着している可能性が考えられた。そこで、tween を加えて分離を試み、*Bradyrhizobium* と *Phyllobacterium* の二つに分けた。*Phyllobacterium* が共接種剤として、低温環境下で機能することが示唆された。本研究成果は投稿論文を準備中である。

(3) ヘアリーベッチの後作として栽培したダイズ根圏土壌における微生物叢の変化

2022 年度栽培試験のメタゲノム解析の結果、細菌よりも真菌にヘアリーベッチの影響が出ることが分かった。ヘアリーベッチ後作のダイズ根圏土壌では、真菌の多様性が減少していることが、 α 多様性解析や、Shannon richness index 解析から観察された。Relative abundance 解析では、ヘアリーベッチ後作のダイズ根圏土壌では、微生物の数自身が減っていた。科および種レベルでの解析により、特定の種類の菌がヘアリーベッチの影響を受けていることを示唆した。本結果および 2023 年度の結果については、投稿論文を準備している。

(4) パチルスバイオ肥料のダイズ栽培への適応

図 1 のように、発芽時に根粒菌を接種し、その 1 週間後に *Bacillus pumillus* TUAT1 株を接種することで、ダイズのバイオマスを増加させることができた。同時に接種した際は根粒集が減少してしまっただが、1 週間ずらすことにより根粒菌の感染を阻害せず、根粒数は減少しなかった (Hasibuan et al. 2021)。

(5) 心土破砕がダイズ根生育に及ぼす影響

心土破砕有無の圃場で栽培したダイズ根について、根分布の測定結果を解析した。2020 年度の試験では、心土破砕処理をしたプロットでは、子実肥大期および収穫期に、深度 50cm 以下の深い土層に分布する根の密度が対照区に比べて多くなっていた。2021 年度の試験では、心土破砕により土壌硬度が下がり、砕土を行った深さにおいてダイズ根密度が増加することを示すことができた。

(6) UAV 空撮画像によるダイズの生育量推定モデルの開発

まずはイネとして様々な解析手法を検討した。その中で植生指数を用いた従来法による生育推定の問題点を明らかにし、深層学習の応用可能性を検討し、論文化した (Yamaguchi et al. 2021)。次に、遺伝的背景が多様な世界のダイズコアコレクション 79 品種 (ジーンバンクより入手) を播種し、毎週マルチスペクトルカメラを搭載したドローンによって空撮を行い、マルチスペクトルオルソ画像と数値表層モデルを構築した。

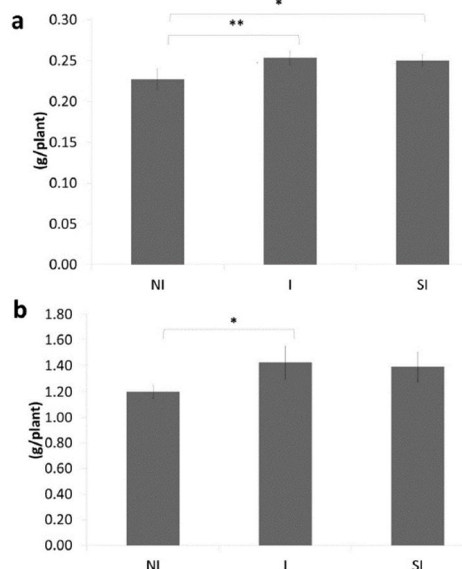


図 1. パチルスバイオ肥料のダイズ栽培への効果 (a 地上部、b 地下部)
NI: 非接種、I: 根粒菌接種後 1 週間後の接種、SI: 根粒菌と同時接種

引用文献

Yuan Kun, Reckling Moritz, Ramirez Maria Daniela Artigas, Djedidi Salem, Fukuhara Izumi, Ohyama Takuji, Yokoyama Tadashi, Bellingrath-Kimura Sonoko Dorothea, Ohkama-Ohtu Naoko: Characterization of rhizobia for the improvement of soybean cultivation at cold conditions in central Europe, *Microbes and Environments*, 2020, 35(1)

Sokichi Shiro, Kuranaga Chika, Yamamoto Akihiro, Sameshima-Saito Reiko, Saeki Yuichi: Temperature-dependent expression of *NodC* and community structure of soybean-nodulating *Bradyrhizobia*. *Microbes and Environments*, 2016, 31(1), 27–32.

Hasibuan Rifa Fadhilah Munifah, Miyatake Minori, Sugiura Hinako, Agake Shin-ichiro, Yokoyama Tadashi, Bellingrath-Kimura Sonoko Dorothea, Katsura Keisuke, Ohkama-Ohtsu Naoko: Application of biofertilizer containing *Bacillus pumillus* TUAT1 on soybean without inhibiting infection by *Bradyrhizobium diazoefficiens* USDA110, *Soil Science and Plant Nutrition*, 2021, 67 (5), 535–539

Yamaguchi Tomoaki, Tanaka Yukie, Imachi Yuto, Yamashita Megumi, Katsura Keisuke: Feasibility of combining deep learning and RGB images obtained by unmanned aerial vehicle for leaf area index estimation in Rice, *Remote Sensing* 2021, 13(1), 84

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 5件）

1. 著者名 Yamamoto Saki, Okazaki Shin, Monica Nakei D., Ohkama-Ohtsu Naoko, Tanaka Haruo, Sugihara Soh	4. 巻 12
2. 論文標題 Rhizobium Inoculation Improved the Rhizosphere P Dynamics and P Uptake Capacity of Pigeon Pea Plants Grown in Strongly Weathered Soil Only under P Fertilized Conditions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Agronomy	6. 最初と最後の頁 3149 ~ 3149
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/agronomy12123149	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 Ohyama Takuji, Ikebe Keisuke, Okuoka Sotaro, Ozawa Tomoya, Nishiura Takuya, Ishiwata Taiga, Yamazaki Ayane, Tanaka Fumu, Takahashi Toru, Umezawa Takumi, Ohshima Hiroyuki, Kato Taku, Maeda Yoshiyuki, Saito Akihiro, Higuchi Kyoko, Ohtake Norikuni, Takahashi Yoshihiko, Harada Naoki, Ohkama-Ohtsu Naoko	4. 巻 1
2. 論文標題 A deep placement of lime nitrogen reduces the nitrate leaching and promotes soybean growth and seed yield	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Crop and Environment	6. 最初と最後の頁 221 ~ 230
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.crope.2022.09.002	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 Sugiura Hinako, Miyaji Shunsuke, Yamamoto Saki, Yasuda Michiko, Damo Jean Louise Cocson, Ramirez Maria Daniela Artigas, Agake Shin-Ichiro, Kamiya Takehiro, Fujiwara Toru, Bellingrath-Kimura Sonoko Dorothea, Tanaka Haruo, Sugihara Soh, Ohkama-Ohtsu Naoko	4. 巻 68
2. 論文標題 Induction of citrate transporter gene expression in soybean roots by sulfur application	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Soil Science and Plant Nutrition	6. 最初と最後の頁 547 ~ 552
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/00380768.2022.2104594	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 Mortuza Md Firoz, Djedidi Salem, Ito Takehiro, Agake Shin-ichiro, Sekimoto Hitoshi, Yokoyama Tadashi, Okazaki Shin, Ohkama-Ohtsu Naoko	4. 巻 10
2. 論文標題 Genetic and Physiological Characterization of Soybean-Nodule-Derived Isolates from Bangladeshi Soils Revealed Diverse Array of Bacteria with Potential Bradyrhizobia for Biofertilizers	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Microorganisms	6. 最初と最後の頁 2282 ~ 2282
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/microorganisms10112282	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 Lewandowska Sylwia, Marczewski Krzysztof, Kozak Marcin, Ohkama-Ohtsu Naoko, ?abowska Magdalena, Detyna Jerzy, Michalak Izabela	4. 巻 12
2. 論文標題 Impact of Freshwater Macroalga (<i>Cladophora glomerata</i>) Extract on the Yield and Morphological Responses of <i>Glycine max</i> (L.) Merr.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Agriculture	6. 最初と最後の頁 685 ~ 685
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/agriculture12050685	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 Omari Richard Ansong, Yuan Kun, Anh Khoa Trinh, Reckling Moritz, Halwani Mosab, Egamberdieva Dilfuza, Ohkama-Ohtsu Naoko, Bellingrath-Kimura Sonoko D.	4. 巻 12
2. 論文標題 Enhanced Soybean Productivity by Inoculation With Indigenous Bradyrhizobium Strains in Agroecological Conditions of Northeast Germany	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 707080
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2021.707080	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 Mardani-Korrani Hossein, Nakayasu Masaru, Yamazaki Shinichi, Aoki Yuichi, Kaida Rumi, Motobayashi Takashi, Kobayashi Masaru, Ohkama-Ohtsu Naoko, Oikawa Yosei, Sugiyama Akifumi, Fujii Yoshiharu	4. 巻 12
2. 論文標題 L-Canavanine, a Root Exudate From Hairy Vetch (<i>Vicia villosa</i>) Drastically Affecting the Soil Microbial Community and Metabolite Pathways	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Microbiology	6. 最初と最後の頁 701796
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmicb.2021.701796	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 Sugiura Hinako, Sugihara Soh, Kamiya Takehiro, Artigas Ramirez Maria Daniela, Miyatake Minori, Fujiwara Toru, Takuji Ohyama, Motobayashi Takashi, Yokoyama Tadashi, Bellingrath-Kimura Sonoko Dorothea, Ohkama-Ohtsu Naoko	4. 巻 67
2. 論文標題 Sulfur application enhances secretion of organic acids by soybean roots and solubilization of phosphorus in rhizosphere	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Soil Science and Plant Nutrition	6. 最初と最後の頁 400 ~ 407
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/00380768.2021.1919011	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 Hasibuan Rifa Fadhillah Munifah, Miyatake Minori, Sugiura Hinako, Agake Shin-ichiro, Yokoyama Tadashi, Bellingrath-Kimura Sonoko Dorothea, Katsura Keisuke, Ohkama-Ohtsu Naoko	4. 巻 67
2. 論文標題 Application of biofertilizer containing <i>Bacillus pumillus</i> TUAT1 on soybean without inhibiting infection by <i>Bradyrhizobium diazoefficiens</i> USDA110	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Soil Science and Plant Nutrition	6. 最初と最後の頁 535 ~ 539
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/00380768.2021.1959837	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 Peprah Clement Oppong, Yamashita Megumi, Yamaguchi Tomoaki, Sekino Ryo, Takano Kyohei, Katsura Keisuke	4. 巻 13
2. 論文標題 Spatio-Temporal Estimation of Biomass Growth in Rice Using Canopy Surface Model from Unmanned Aerial Vehicle Images	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 2388 ~ 2388
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/rs13122388	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 Yamaguchi Tomoaki, Tanaka Yukie, Imachi Yuto, Yamashita Megumi, Katsura Keisuke	4. 巻 13
2. 論文標題 Feasibility of Combining Deep Learning and RGB Images Obtained by Unmanned Aerial Vehicle for Leaf Area Index Estimation in Rice	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 84 ~ 84
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/rs13010084	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 -

〔学会発表〕 計8件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 渡邊 陸・Maria Daniela Artigas Ramirez・Sylwia Lewandowska・ベリングラード木村園子ドロテア・安田美智子・安掛真一郎・大津直子
2. 発表標題 ポーランド土壌からの、低温乾燥気候に適したダイズ根粒菌の単離解析及び接種効果の評価
3. 学会等名 日本土壌肥料学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡邊 陸・Maria Daniela Artigas Ramirez・Sylwia Lewandowska・ベリングラード木村園子ドロテア・安田美智子・安掛真一郎・大津直子
2. 発表標題 ポーランド土着 <i>Phyllobacterium</i> 属根粒菌の低温環境下におけるダイズ生産向上の可能性
3. 学会等名 植物微生物研究交流会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yamaguchi, T., Menge, D., Gichuhi, E., Peprah, C. O., Yamashita, M., Makihara, D., Katsura, K.
2. 発表標題 Effect of environmental differences on empirical regression models for estimating leaf area index using vegetation indices in rice.
3. 学会等名 10th Asian Crop Science Association Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Rifa Fadhilah Munifah Hasibuan, Hinako Sugiura, Minoru Miyatake, Naoko Ohkama-Ohtsu, Keisuke Katsura
2. 発表標題 Co-Inoculation of <i>Bacillus pumilus</i> TUAT1 and <i>Bradyrhizobium diazoefficiens</i> USDA110 on Soybean
3. 学会等名 10th Asian Crop Science Association Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡邊陸、Maria Daniela Artigas Ramirez、Sylwia Lewandowska、ベリングラード木村園子ドロテア、大津直子
2. 発表標題 ポーランド土壌からの、冷涼気候に適したダイズ根粒菌の単離解析及び接種効果の評価
3. 学会等名 植物微生物研究会第30回研究交流会 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名	Riku Watanabe, Maria Daniela Artigas Ramirez, Sylwia Lewandowska, Sonoko Dorothea Bellingrath-Kimura, Naoko Ohkama-Ohtsu e
2. 発表標題	Genetic Diversity and Symbiotic Performance of Rhizobia for Soybean Cultivation under the Cold and Arid Conditions in Poland
3. 学会等名	World Microbe Forum (国際学会)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	渡邊陸、Maria Daniela Artigas Ramirez、Sylwia Lewandowska、ベリングラード木村園子ドロテア、大津直子
2. 発表標題	ポーランド土壌からの、中央欧州環境に適したダイズ根粒菌の単離解析
3. 学会等名	日本土壌肥料学会関東支部大会
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	山口友亮・山下恵・桂圭佑
2. 発表標題	UAVリモートセンシングを用いたイネのLAI推定における品種間差異に関する研究
3. 学会等名	日本作物学会第251回講演会
4. 発表年	2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>東京農工大学大学院 農学研究院 生物生産科学専攻 植物栄養学研究室 http://web.tuat.ac.jp/~plantnut/reserch.html 東京農工大学大学院 農学研究院 生物生産科学専攻 植物栄養学研究室 http://web.tuat.ac.jp/~plantnut/ 大津 直子 - 東京農工大学 https://kenkyu-web.tuat.ac.jp/Profiles/32/0003141/profile.html 東京農工大学大学院 農学研究院 生物生産科学専攻 植物栄養学研究室 http://web.tuat.ac.jp/~plantnut/ ZALF, Sonoko Dorothea Bellingrath-Kimura https://www.zalf.de/en/ueber_uns/mitarbeiter/Pages/bellingrath-kimura_s-d.aspx</p>

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	藤井 義晴 (Fujii Yoshiharu) (10354101)	姫路大学・畜産研究所・教授 (34534)	
研究分担者	本林 隆 (Motobayashi Takashi) (20262230)	東京農工大学・農学部・教授 (12605)	
研究分担者	桂 圭佑 (Katsura Keisuke) (20432338)	東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・准教授 (12605)	
研究分担者	山下 恵 (Yamashita Megumi) (70523596)	東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・准教授 (12605)	
研究分担者	Mardani・Korrani Hosseini (Mardani Korrani Hossein) (90883679)	東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・産学官連携 研究員 (12605)	

	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
研究協力者	オマリ リチャード (Omari Richard)		

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