

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 6 日現在

機関番号：32658

研究種目：基盤研究(B) (特設分野研究)

研究期間：2018～2021

課題番号：18KT0046

研究課題名(和文) ヤマイモの窒素固定エンドファイトの解明と農業革新

研究課題名(英文) Elucidation of the nitrogen-fixing endophyte in yam and agricultural innovation

研究代表者

志和地 弘信 (Shiwachi, Hironobu)

東京農業大学・国際食料情報学部・教授

研究者番号：40385505

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,700,000円

研究成果の概要(和文)：ヤマイモに共生する窒素固定細菌を用いた作物栽培技術の開発を目指した。本研究において、ヤマイモから18属22種の窒素固定細菌を分離した。分離された窒素固定細菌のRhizobium sp.は、ヤマイモに内生するために特化した新種の菌であると推定された。分離されたAgrobacterium sp.をダイジョ(ヤマイモの一種)に接種した結果、イモの重量及び葉の窒素含有量が大きくなった。細菌のメタ16S解析の結果、ダイジョの細菌は5属のProteobacteriaが主であった。さらに、5種類の細菌をそれぞれイネ(陸稲)に接種したところ、いくつかの細菌で生育を促す効果があった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ヤマイモに多くの種類の窒素固定細菌が共生することはこれまでに報告がなかった。本研究で得られた成果は細菌と共生する作物の特徴の解明や細菌を利用した新しい畑作の肥培管理技術の開発につながると期待された。特に、植物生育促進細菌や窒素固定エンドファイトを利用した作物栽培システムの開発は経済的に化学肥料投入が困難な開発途上国において重要になると考えられる。現在、これらの細菌の分離・同定並びに機能性の研究はアフリカのナイジェリアの国際熱帯研究所に技術移転しており、細菌利用の研究が開始されている。

研究成果の概要(英文)：We aimed to develop a crop cultivation technique using nitrogen-fixing bacteria (NFB) isolated from yams. In this study, 22 species of NFB of 18 genera were isolated from yams. The isolated NFB Rhizobium sp. was presumed to be a new species specialized for endogenous to yams. As a result of inoculating the isolated Agrobacterium sp. To a water yam (a kind of yam), the weight of the tuber and the nitrogen content of the leaves increased. As a result of the meta 16S analysis of the bacterium, the bacterium of the yam was mainly Proteobacteria of 5 genera. Proteobacteria is might related with yam growth. Furthermore, when upland rice was inoculated with each of the five types of bacteria, some bacteria had the effect of promoting growth.

研究分野：作物学

キーワード：作物学 育種学 ヤマイモ 栽培技術 施肥技術 窒素固定細菌 植物生育促進細菌

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

本研究はヤムイモ (*Dioscorea* spp.) に共生する窒素固定細菌を次世代の農資源と捉え、農業革新と食料増産による国際協力を目標としたものである。ヤムイモとはヤマノイモ科の植物の食用種を指す。世界で約 7000 万トン生産されるヤムイモは、その 96 % がアフリカで生産されており、地域の食料として重要な作物である。ヤムイモは厳しい環境でも生育することが知られており、その生産性の向上は人口増加が急速に進むアフリカの食料増産に期待されている。しかし、これまで熱帯地域におけるヤムイモの研究は非常に限られた予算・人員で行われてきた。これは、主食作物としてのヤムイモの重要性が熱帯地域以外では適切に認識されておらず、特に欧米においてこの作物に馴染みがないなどの理由から、共同研究の対象とされなかったことによる。私たちは科学研究費の助成 (2006 ~ 2015 年) を受けて国際熱帯農業研究所 (International Institute of Tropical Agriculture: IITA ナイジェリア) とヤムイモの生産性改善に関する共同研究を行い、これまでに新しい増殖方法や栽培技術などを開発してきた。そして、高収量品種の育成過程で窒素がほとんどない土壌でも良く生育するダイジョ (ヤムイモの一種) 系統を発見した。このダイジョ系統は平成 27-29 年挑戦的萌芽研究「ヤムイモの窒素固定細菌との共生に関する研究」において、根粒菌などの窒素固定細菌と共生していることが世界で初めて確認された (Takada *et al*, 2017)。その窒素固定寄与率は 38% と非常に高いことが明らかになった。また、ダイジョと異なるヤムイモ種 (トゲイモ) にも窒素固定細菌が発見され、2 種合わせて 3 属の根粒菌と 8 属の窒素固定細菌が分離された (Rezaei *et al*, 2017)。ヤムイモの生育に窒素固定細菌が関与することはこれまでに報告がなく、また、マメ科以外に内生するこれらの細菌の生態や能力に関する報告は少ない。ヤムイモの経済的な栽培種は 10 種ほどあるが、多くの種及び系統で窒素固定細菌が内生する可能性が考えられた。そこで本研究では、東京農業大学宮古亜熱帯農場 (約 100 系統)、鹿児島大学 (約 20 系統)、国際熱帯農業研究所 (約 3000 系統) が有する数多くの熱帯産ヤムイモについて窒素固定細菌を探索するとともに、分離された細菌の能力や特性を明らかにして、ヤムイモ生産における窒素固定細菌の利用を目指した。

2. 研究の目的

ヤムイモには多くの種があり、日本で栽培されるジネンジョやナガイモもその仲間である。ヤムイモは生産の多くが開発途上国で行われており、先進国から見ると重要性が低く、品種や栽培の改善が進んでいない孤児作物 (Orphan Crop) に区分される。西アフリカから中央アフリカにかけての地域はアフリカ根栽農耕文化圏の中心で、特にヤムイモの生産が多いことから古くよりヤムゾーンと呼ばれてきた。近年、調理の簡単なコメの需要が高くなってきているとはいえ、西アフリカのヤムイモ (主にホワイトヤム) の一人あたり年間消費量は 80kg 以上にも達する。アフリカのヤムイモの生産量は生産面積の拡大によって年々増加してきたが、限界に近づいている。開発途上国におけるヤムイモ栽培は一般に伝統的な焼畑農法などで行われており、生産性が低い。日本のナガイモが ha 当たり 22 トン収穫されるのに対して、アフリカでは 10 トン以下である。そこで、化学肥料を用いた近代的な生産方法が試みられてきたが、化学肥料がヤムイモの収量に及ぼす効果は種、品種、土壌、地域によって研究結果が異なっており、一定の結論が得られていない。私たちの試験でもヤムイモの収量は化学肥料の投入によって増収に効果がある品種とそうでない品種のあることが判明している。一方で、アフリカでは化学肥料は輸入品で高価であり、家族農業ではほとんど用いられていないことから、化学肥料多投入型のヤムイモ生産はそもそも難しい。そこで、少量の化学肥料で栽培できる品種の育成を目指した。今般、選抜し

た系統は窒素肥料がほとんどない土壌でも良く生育することが明らかになって、ヤマイモは根粒菌などの窒素固定細菌と共生していることが世界で初めて確認された（平成 27-29 年挑戦的萌芽研究：研究代表者志和地弘信）。本研究は、ヤマイモから多数分離された窒素固定細菌を作物生産に利用する基礎技術の開発を目的とした。また、ヤマイモ生産において化学肥料に頼らない栽培技術の開発や痩せた土地でも育つ品種の育成も目指した。

3. 研究の方法

研究は東京農業大学、鹿児島大学、国際機関（国際熱帯農業研究所：IITA；ナイジェリア）との連携協力によって実施した。アフリカでの研究は IITA で行い、窒素固定細菌と共生するヤマイモ品種の探索は東京農業大学宮古亜熱帯農場（沖縄県）と IITA の遺伝資源を用いた。窒素固定細菌の分離・同定は東京農業大学で行い、栽培・生理生態学的な試験は東京農業大学宮古亜熱帯農場、鹿児島大学及び IITA で行った。IITA での研究および試験は東京農業大学から派遣した長期滞在の大学院生が実施し、IITA の研究員がサポートした。IITA での研究のモニタリングは研究分担者および連携研究者が交代で現地に出張したが、2020 年からはコロナ禍で中断した。窒素固定細菌と共生する品種の選抜並びに細菌の分離・同定方法は平成 27-29 年挑戦的萌芽研究によって確立しており、IITA に研究方法の技術移転を行った。

課題 1 窒素固定細菌と共生するアジアのダイジョ品種・系統の探索と選抜

1) 栽培実験

東京農業大学と鹿児島大学が保存する南太平洋島嶼や東南アジアから収集したダイジョを無施肥条件下で栽培し、生育に伴って推移する植物体中の窒素同位体 ^{15}N 量を測定し、窒素固定細菌が共生する品種を推定した。次に、植物体からの抽出物を培養し、得られるコロニーのアセチレン還元（ARA）活性を確認して、細菌の分離を繰り返し、DNA 解析により細菌を特定した。

2) 細菌の分離・同定とデータベース化

分離した窒素固定細菌は東京農業大学の微生物リソースセンター（ジーンバンク）に登録し、2019 年度から細菌の作用機序の解析を行った。

3) 窒素固定細菌の機能解析

窒素固定細菌の植物生育促進能力を調べた。

課題 2 窒素固定細菌と共生するアフリカのホワイトヤム品種・系統の探索と選抜

1) 栽培実験

IITA が保存するアフリカ原産ホワイトヤム系統について窒素固定細菌との共生を調査した。博士後期課程の大学院生を IITA に派遣した。IITA のヤマイモ遺伝資源データベースから痩せた土壌でも育つ品種を圃場で栽培し、窒素固定能の高い品種を探索した。

2) 細菌の分離・同定とデータベース化

2018 年度は栽培したホワイトヤムの植物体を日本に持ち帰り、細菌の培養条件を検討した。2019 年度からは得られた細菌のコロニーの ARA 活性を確認して、窒素固定細菌の分離を繰り返し、DNA 解析により細菌を特定した。

3) 窒素固定細菌の機能解析

窒素固定細菌の植物生育促進能力を調べた。

課題（3）窒素固定細菌の接種方法の開発と窒素固定能力の解析

窒素固定能力が高く、植物生育促進能力のある細菌をダイジョ及びイネに接種して細菌の生育に及ぼす影響を調査した。

課題（4）窒素固定細菌と共生するヤマイモの生態的特性とメカニズムの解析

1) 窒素固定細菌と共生するヤマイモの生態的特性

窒素固定細菌と共生するヤマイモの品種特性と関連形質を調べた。

2) 作物における窒素固定細菌の共生メカニズム

課題1、2で得られた細菌を異なる作物種に感染させ、作物に共生する動態を観察した。

4. 研究成果

課題1 窒素固定細菌と共生するアジアのダイジョ品種・系統の探索と選抜

宮古亜熱帯農場の19系統を調査したところ、18属22種の窒素固定細菌が見つかった(Ouyabe *et al.* 2019)。これらの窒素固定細菌のうち9株がインドール酢酸の生成、リン酸カルシウム可溶性活性並びにキレート鉄を生成する能力を同時に有していた。そのうち増殖が容易だった7種の細菌(*Agrobacterium* sp. 2系統株、*Enterobacter* sp.、*Pantoea* sp. 2系統株、*Mesorhizobium* sp.、*Lelliottia* sp.)は植物生長促進細菌(PGPB)として特許申請を行った(特願2019-209500、特願2020-193418)。また、ダイジョから分離された窒素固定細菌の*Rhizobium* sp.は、ヤマイモに内生するために特化した新種の細菌であると推定された(Ouyabe *et al.* 2020)。

課題2 窒素固定細菌と共生するアフリカのホワイトヤマ品種・系統の探索と選抜

IITAのホワイトヤマの6系統を圃場で無施肥栽培し、窒素安定同位体自然存在比(^{15}N)を用いて系統間の窒素固定能の比較を行った。空中窒素の固定能力は系統で異なり、DrDRS074(図左端)が高い能力を持ち、DrDRS042(図右端)は窒素固定をしない系統であった(Fig. 2)。

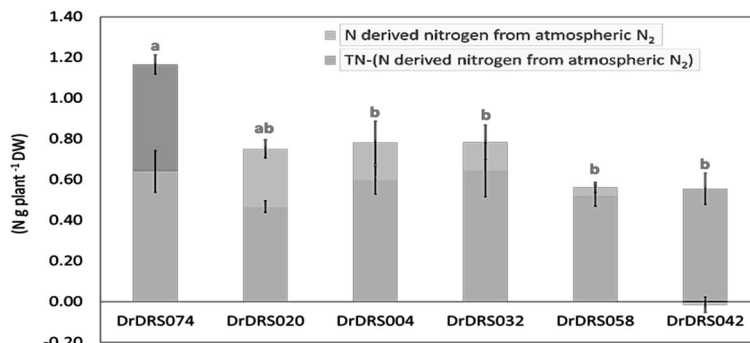


Fig. 2 Comparison between amount of nitrogen in the N derived from atmospheric N₂ and N amount by subtracting the N derived from atmospheric N₂ from total N of white yam leaf calculated in 2018. Vertical bars are standard errors of the mean. Means with the same letter at data in N₂ derived N are not significantly different at P < 0.05 according to Tukey's multiple comparison-test. The TN-(N derived nitrogen from atmospheric N₂) values of six white yam cultivars showed no significant difference.

2019年にIITAから持ち帰ったナイジェリアのホワイトヤマからPGPB能力(IAA:オーキシン産生、PSI:リン酸溶解性)の高い3株(Best and good potential candidate: 4021R1, 4021S1, 4026R3)を分離・選抜した(Table 1)。

Table 1. Results of IAA and Phosphate solubilization from white yam and water yam varieties in Nigeria.

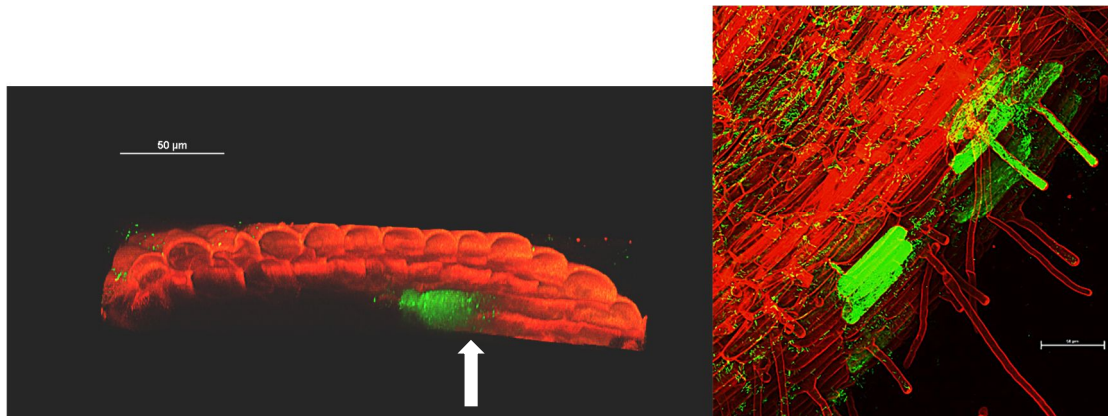
Strain	IAA	PSI	Comments
4021 R2	3.00	2.50	best potential candidate
4021 S1	0.82	2.68	good potential candidate
4022 S5	0.38	2.84	good potential P solubilizer
4026 R3	0.73	3.17	good potential candidate
00012 R3-1	0.28	3.36	best potential P solubilizer
4004 S3	0.38	2.08	good potential P solubilizer
4022 S2-1W	0.29	2.88	good potential P solubilizer
4022 S3	0.11	2.98	good potential P solubilizer
4026 R8	0.28	2.56	good potential P solubilizer
00012 S7	0.15	-	good control as non-P solubilizer
4020 R2	0.03	-	good PGPB as negative control for N/P

課題(3) 窒素固定細菌の接種方法の開発と窒素固定能力の解析

前述の7種の細菌について、まず、窒素固定能力が高かった *Agrobacterium* sp. をヤムイモに接種して、生育に及ぼす影響を調査した。その結果、イモの重量及び葉の窒素含有量が大きくなった (Liswadiratanakul *et al.* 2021)。さらに、*Agrobacterium*、*Mesorhizobium*、*Pantoea* 及び *Enterobacter* sp. の細菌をそれぞれイネに接種したところ、*Mesorhizobium* sp.、*Agrobacterium* sp.、*Enterobacter* sp. が生育を促した (Ouyabe *et al.* 2020)。これらは、人工気象器での小規模な実験での結果ではあるが、PGPB を作物生産に利用できる可能性を示すものであった。

課題(4) 窒素固定細菌と共生するヤムイモの生態的特性とメカニズムの解析

細菌の作物種への感染を確かめるために蛍光タンパク質 (GFP) を組み込んだ PGPB の *Agrobacterium* sp. をヤムイモ・イネ・トウモロコシ・ソバに接種したところ、全ての作物で細菌が根の細根から侵入する様子が確認できた。ヤムイモ由来の *Agrobacterium* sp. は種を超えて共生することが確認された。



ダイジョから分離した窒素固定細菌 *Agrobacterium* sp. に蛍光タンパク質 (GFP) を付与し、共生の様子を可視化した。写真左：ナガイモの根の表皮細胞 (上) の第一層に局在する GFP *Agrobacterium* sp.。写真右：イネの細根から侵入したヤムイモ由来の GFP *Agrobacterium* sp. 細胞内に共生した。(森ら 2021)

培養法で分離・同定される窒素固定細菌がヤムイモの主要な共生細菌であるかは不明であった。そこで、主要な細菌を特定するために植物体の細菌の存在を全て明らかにするメタゲノム解析法を本研究で確立した。その結果、ヤムイモに共生する細菌叢は多様であった。ダイジョ及びホワイトヤムの共生細菌叢はメタゲノム解析の結果、Proteobacteria の5属が最も多く存在し、培養法で分離した細菌と一致した (Kihara *et al.* 2022)。

現在、農耕地生態系を維持し、根圏微生物の共生を利用した作物の栽培管理法の確立は世界的な課題になっている。アフリカでの作物の増産はこれまでの焼畑・休閒農法に替わり、化学肥料や農薬を使用する、いわゆる近代的な農業技術の導入が進められてきたが、厳しい自然環境での農業開発では生産環境も保全する持続的な農業技術の開発が不可欠である。本研究の結果は化学肥料をあまり使用しなくても栽培できるヤムイモの系統・品種があること、植物生育促進能力のある細菌を同定したことにより、有機質肥料と細菌を主体とした作物栽培の可能性に道を開いた。細菌を利用する実証試験を目指して、研究を IITA にシフトしていきたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 11件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 Kihara, Shunta, Yamamoto Kosuke, Hisatomi Atsushi, Shiwa Yuh, Chu Chia-Cheng, Takada Kanako, Ouyabe Michel, Pachakkil Babil, Kikuno Hidehiko, Tanaka Naoto, Shiwachi Hironobu.	4. 巻 37
2. 論文標題 Bacterial community of water yam (<i>Dioscorea alata</i> L.) cv. A-19.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Microbes and Environments	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) 10.1264/j sme2.ME21062	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 Liswadiratanakul Sumetee, Michel Ouyabe, Hideki Hinomizu, Kanako Takada, Hidehiko Kikuno, Babil Pachakkil and Hironobu Shiwachi	4. 巻 65
2. 論文標題 Growth of Water Yam (<i>Dioscorea alata</i> L.) as Affected by Bacterial Inoculation under Growth Chamber Conditions.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Tropical Agriculture and Development	6. 最初と最後の頁 41 - 48.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11248/jsta.65.41	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 Michel Ouyabe, Naoto Tanaka, Yuh Shiwa, Nobuyuki Fujita, Hidehiko Kikuno, Pachakkil Babil and Hironobu Shiwachi	4. 巻 -
2. 論文標題 Rhizobium dioscoreae sp. nov., a plant growth-promoting bacterium isolated from yam (<i>Dioscorea</i> species)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology	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) 10.1099/ijsem.0.004381	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 Michel Ouyabe, Irie Kenji, Tanaka Naoto, Hidehiko Kikuno, Babil Pachakkil and Hironobu Shiwachi	4. 巻 10
2. 論文標題 Response of upland rice (<i>Oryza sativa</i> L.) inoculated with non-native plant growth-promoting bacteria	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Agronomy	6. 最初と最後の頁 903
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/agronomy10060903	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 Hironobu Shiwachi, Natsumi Miwa, Kanako Takada, Michel Ouyabe, Babil Pachakkil, Hidehiko Kikuno, and Naoto Tanaka	4. 巻 64
2. 論文標題 Infection Route of Endophytic Nitrogen-fixing Bacteria in Water Yam (<i>Dioscorea alata</i> L.)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Tropical Agriculture and Development	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) 10.11248/jsta.64.1	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 Hironobu SHIWACHI, Natsumi MIWA, Kanako TAKADA, Michel OUYABE, Pachakkil BABIL, Hidehiko KIKUNO, and Naoto TANAKA	4. 巻 64
2. 論文標題 Infection Route of Endophytic Nitrogen-fixing Bacteria in Water Yam (<i>Dioscorea alata</i> L.)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Tropical Agriculture and Development	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) 10.11248/jsta.64.1	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 Hironobu SHIWACHI, Hidehiko KIKUNO Pachakkil BABIL, Michel OUYABE, Kanako TAKADA, Natsumi MIWA and Naoto TANAKA	4. 巻 12
2. 論文標題 Nitrogen-Fixing Bacteria Associated with Yams (<i>Dioscorea</i> spp.) Growth	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 熱帯農業研究	6. 最初と最後の頁 121 - 122
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11248/nettai.12.121	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 Kanakano TAKADA, Naoto TANAKA, Hidehiko KIKUNO, Pachakkil BABIL, Michio ONJO, Byoung-Jae PARK, and Hironobu SHIWACHI	4. 巻 63
2. 論文標題 Isolation of Nitrogen-Fixing Bacteria from Water Yam (<i>Dioscorea alata</i> L.)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Tropical Agriculture and Development	6. 最初と最後の頁 198 - 203
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11248/jsta.63.198	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 Michel OUYABE, Hidehiko KIKUNO, Naoto TANAKA, Pachakkil BABIL, and Hironobu SHIWACHI	4. 巻 63
2. 論文標題 Contribution of Biological Nitrogen Fixation in Lesser Yam (<i>Dioscorea esculenta</i> L.) Associated with Endophytic Diazotrophic Bacteria	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Tropical Agriculture and Development	6. 最初と最後の頁 131 - 139
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11248/jsta.63.131	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 Michel OUYABE, Hidehiko KIKUNO, Naoto TANAKA, Pachakkil BABIL, and Hironobu SHIWACHI	4. 巻 63
2. 論文標題 Endophytic Nitrogen-Fixing Bacteria of Water Yam (<i>Dioscorea alata</i> L.) in Relation with Fertilization Practices	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Tropical Agriculture and Development	6. 最初と最後の頁 122 - 130
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11248/jsta.63.122	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 Michel OUYABE, Hidehiko KIKUNO, Naoto TANAKA, Pachakkil BABIL and Hironobu SHIWACHI	4. 巻 35
2. 論文標題 Isolation and identification of nitrogen-fixing bacteria associated with <i>Dioscorea alata</i> L. and <i>Dioscorea esculenta</i> L.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Microbial Resources and Systematics	6. 最初と最後の頁 3-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Kanako Takada, Hidehiko Kikuno, Pachakkil Babil and Hironobu Shiwachi	4. 巻 62
2. 論文標題 Analysis of the source of nitrogen during water yam (<i>Dioscorea alata</i> L.) growth using 15N observations	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Tropical Agriculture and Development	6. 最初と最後の頁 124-131
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11248/jsta.62.124	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11件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 生川友亮、Ouyabe Michel、高田花奈子、Liswadiratanakul Sumetee、田中尚人、松本亮、志和地弘信
2. 発表標題 ヤムイモ (<i>Dioscorea</i> spp.) から分離された細菌の植物生育促進特性
3. 学会等名 日本熱帯農業学会第130回講演会(オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森巧大、山本紘輔、Ouyabe Michel、田中尚人、志和地弘信
2. 発表標題 ダイジョ (<i>Dioscorea alata</i> L.) から分離された窒素固定細菌 <i>Agrobacterium</i> sp. の作物への感染機構
3. 学会等名 日本熱帯農業学会第130回講演会(オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ayodeji Peter Idowu, Kosuke Yamamoto, Yuh Shiwa, Minenosuke Matsutani, Kanako Takada, Michel Ouyabe, Babil Pachakkil, Hidehiko Kikuno, Asrat Asfaw, Ryo Matsumoto and Hironobu Shiwachi
2. 発表標題 Metagenomic Analysis of Nitrogen-Fixing Bacteria in Six Accessions of White Guinea Yam (<i>Dioscorea rotundata</i> Poir.)
3. 学会等名 日本熱帯農業学会第128回講演会(オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木原駿太、山本紘輔、志波優、朱 家成、高田花奈子、Ouyabe Michel、パチャキル バビル、菊野日出彦、田中尚人、志和地弘信
2. 発表標題 ダイジョ (<i>Dioscorea alata</i> L.) における共生細菌叢のメタ16S 解析
3. 学会等名 日本熱帯農業学会第128回講演会(オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kanakano Takada, Ryo Matsumoto, Haruki Ishikawa, Asrat AMELE, Babil PACHAKKIL, Hidehiko Kikuno and Hironobu Shiwachi
2. 発表標題 Possibility of nitrogen fixing to white yam (<i>Dioscorea rotundata</i>) using Natural abundance of ¹⁵ N
3. 学会等名 Tropentag 2019 (Universities of Kassel and Goettingen、ドイツ) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sumetee Liswadiratanakul, Michel Ouyabe, Hideki Hinomisu, Kanako Takada, Hidehiko Kikuno, Pachakkiil Babil and Hironobu Shiwachi
2. 発表標題 Effects of Isolated Bacterial Inoculation on Water Yam (<i>Dioscorea alata</i> L.) as a Plant Growth Promoting Bacteria
3. 学会等名 日本熱帯農業学会第126回講演会(アトールエメラルド宮古島)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 朱 家成、山本紘輔、志波優、Michel Ouyabe、高田花奈子、パチャキル バビル、菊野日出彦、田中尚人、志和地弘信
2. 発表標題 メタ16S解析法によるダイジョ共生細菌叢の解明
3. 学会等名 日本熱帯農業学会第126回講演会(アトールエメラルド宮古島)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高田 花奈子・松本 亮・石川 春樹・パチャキル バビル・菊野 日出彦・志和地 弘信
2. 発表標題 ¹⁵ N希釈法によるホワイトギニアヤムの窒素固定量の推定
3. 学会等名 日本作物学会第249回講演会 筑波産学連携支援センター(つくば市)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sumetee Liswadiratanakul, Michel Ouyabe, Kodai Mori, Kanako Takada, Hidehiko Kikuno, Pachakkil Babil and Hironobu Shiwachi
2. 発表標題 Effects of Agrobacterium sp. Strain 343 Inoculation on the Growth of Water Yam (<i>Dioscorea alata</i> L.) under Greenhouse Conditions
3. 学会等名 日本熱帯農業学会第127回講演会(東京農工大学府中キャンパス)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Michel Ouyabe, Hidehiko Kikuno, Naoto Tanaka, Pachakkil Babil, Hironobu Shiwachi
2. 発表標題 Diversity of Nitrogen-fixing bacteria associated with yams (<i>Dioscorea</i> spp.)
3. 学会等名 Tropentag 2018 (ゲント大学、ベルギー)(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Michel OUYABE, Hidehiko KIKUNO, Naoto TANAKA, Pachakkil BABIL and Hironobu SHIWACHI
2. 発表標題 Biological Nitrogen Fixation in Water Yam (<i>Dioscorea alata</i> L.) and Lesser Yam (<i>Dioscorea esculenta</i> L.) Associated with Endophytic Diazotrophic Bacteria
3. 学会等名 日本熱帯農業学会第125回講演会 (千葉大学)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 新規窒素固定細菌、植物成長促進剤及び植物の栽培方法	発明者 志和地弘信、田中尚人、菊野日出彦、パチャキルバビル	権利者 東京農業大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-209500	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

ヤムイモの窒素固定エンドファイトの解明と農業革新
<https://www.nodai.ac.jp/academics/int/int/sdgs/03/>
 植物成長促進・窒素固定細菌で農業革新
<https://www.youtube.com/watch?v=itbyy2ST8Dw>
 ヤムイモの窒素固定エンドファイトの解明と農業革新

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	朴 炳宰 (Park Byoung-Jae) (00538879)	鹿児島大学・農水産獣医学域農学系・准教授 (17701)	
研究分担者	遠城 道雄 (Onjo Michio) (60194651)	鹿児島大学・農水産獣医学域農学系・教授 (17701)	

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		
ナイジェリア	国際熱帯農業研究所(IITA)		