

令和 2 年 6 月 12 日現在

機関番号：32660

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H05021

研究課題名(和文) イネいもち病菌の感染と変異メカニズムの統合～新規防除因子探索～

研究課題名(英文) Integral analysis of infection and mutation mechanisms in the rice blast fungus

研究代表者

荒添 貴之 (Arazoe, Takayuki)

東京理科大学・理工学部応用生物科学科・助教

研究者番号：40749975

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 19,300,000円

研究成果の概要(和文)：イネに重要病害を引き起こすイネいもち病菌は、薬剤耐性菌の出現や抵抗性品種に対する新たな病原性の獲得が大きな問題となっている。本研究では、ゲノム編集技術を基盤とした病原性変異の人為的誘導法と超高速遺伝子機能解析法を開発し、いもち病菌の変異機構と感染生理機構とを統合して理解することを試みた。

ゲノム編集技術を用い、本菌の病原性変異を人為的に再現・誘導することに成功し、本菌のゲノム再編成(ゲノム全体の変異)があらゆるストレス環境下で誘発されることを示した。

新たな超高速遺伝子破壊法を確立し、本菌のストレス応答・ゲノム再編成機構に関わる様々なシグナル伝達機構を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

“植物(人)と病原菌のいたちごっこ”は今現在も続いており、作物の安定生産には「病原菌がどのようなメカニズムで植物に感染(相互作用)するのか」、「病原菌がいつ・どこで・どのように進化(変異)するのか」を理解することが必要不可欠です。本研究成果は、従来の防除法として見落とされていた病原菌の変異メカニズムとその抑制という新たな防除法確立の一助となると考えられる。新たに開発したゲノム編集技術とその関連技術は、植物病原菌や他の糸状菌(カビ)のゲノム機能解析や有用微生物の育種を大幅に加速させる可能性を有する。

研究成果の概要(英文)：The rice blast fungus *Pyricularia oryzae* causes rice blast. This fungus have acquired drug resistance and new pathogenicity to resistant cultivars by changing their own genomes, which have become an important problems. In this study, we tried to understand how pathogens infect and interact with host plants as well as when, where, and how pathogenic (genome) evolution occurs by using genome editing technology.

We succeeded in reproducing and inducing the pathogenic mutation, and showed that the mutation of this fungus is induced under various stress conditions.

Developed novel high-throughput functional genomics were enabled to clarify various signal transduction mechanisms related to stress response and genome rearrangement mechanism in this fungus

研究分野：植物保護科学

キーワード：イネいもち病菌 ゲノム編集 ゲノム進化 病原性変異 感染生理 ゲノム再編成 ゲノムワイド遺伝子機能解析

1. 研究開始当初の背景

イネに重要病害を引き起こすイネいもち病菌は、その重要性から植物病原糸状菌として初めて全ゲノム配列が決定された。近年のバイオインフォマティクス研究の発展に伴い、様々な病原菌との比較ゲノム解析や遺伝子情報の抽出がインターネット上で利用できるようになり (Trends in Microbiology 24:35-50,2016)、既存の解析結果の統合とそれらを基盤とした新たな病原性遺伝子の探索が進められている。一方で、得られる情報はあくまで推定・推測の段階であり、ポストゲノム研究として膨大なゲノム情報に対応した迅速かつ網羅的な遺伝子機能解析手法が必要である。

ポストゲノム研究における革新的な遺伝子機能解析手法としてゲノム編集技術が脚光を浴びている。ゲノム編集は、人工ヌクレアーゼにより標的となるゲノム配列を切断し、生物が有する修復機構を利用して改変する技術である。特に細菌の獲得免疫機構を応用した RNA 誘導型人工ヌクレアーゼ CRISPR/Cas9 system は、標的となる DNA 配列と相補的な配列 (オリゴ DNA 等) を基盤となるベクターに挿入するだけで作製でき、様々な生物種においてその利用と応用が試みられている (Nat.Rev.Genet.15:321-334,2014)。糸状菌におけるゲノム編集技術は 2015 年を境に多くの菌でその利用が試みられているが、ゲノムを切断することにより広域欠失 (1kb~) が高頻度に生じることや細胞毒性、何らかの形でヌクレアーゼ作用を回避するエスケープによる変異導入効率の低下が問題となっており、網羅的な遺伝子機能解析にはさらなる技術改良が必要である。

現在のいもち病防除は農薬の施用とイネ品種の改良を中心に進められているが、耐性菌の出現や抵抗性イネ品種に対する新たな病原性の獲得が問題となっている。近年では異なる抵抗性遺伝子を持つイネ品種を混植することや、圃場抵抗性遺伝子を導入することが試みられているものの、いもち病菌の進化 (病原性の変異) 抑制という観点から進められた防除方法の開発例は無い。その原因の一つとして、これまで本菌のゲノム多様化メカニズムが未詳であったことが挙げられ、それらを制御する機構についてはほとんど解明されていない。

2. 研究の目的

本研究では、独自に確立したゲノム編集を用いることで、いもち病菌のゲノム・病原性進化の解明、人為的誘導・再現を試み、ハイスループット遺伝子破壊法と合わせて感染生理機構と変異メカニズムの統合的理解を目的とした。

3. 研究の方法

CRISPR/Cas9 システムよりも正確性・特異性が高い人工ヌクレアーゼ TALEN を用い、病原性変異への関与が示唆される *Avr* 遺伝子やトランスポゾン等の特異ゲノム構造近傍を切断してゲノム・病原性の変化を追跡する。ハイスループットゲノム機能解析法を新たに確立し、感染機構に関わる主要シグナル伝達機構や生命現象の主要遺伝子群を改変・破壊して、ゲノム・病原性進化への関与を探索する。

4. 研究成果 (論文投稿予定の未発表データを含み、その一部は特許申請を考えているため、詳細について公開日に合わせて再度提出する)

ゲノム編集技術を用い、本菌の病原性変異を人為的に再現・誘導することに成功し、本菌のゲノム再編成 (ゲノム全体の変異) があらゆるストレス環境下で誘発されることを示した。

新たな超高速遺伝子破壊法を確立し、本菌のストレス応答・ゲノム再編成機構に関わる様々なシグナル伝達機構を明らかにした。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Arazoe, T., Kondo, A., Nishida, K.	4. 巻 13
2. 論文標題 Targeted nucleotide editing technologies for microbial metabolic engineering	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biotechnology Journal	6. 最初と最後の頁 1700596
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/biot.201700596	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 Yamato, T., Handa, A., Arazoe, T., Kuroki, M., Nozaka, A., Kamakura, T., Ohsato, S., Arie, T., Kuwata, S.	4. 巻 9
2. 論文標題 Single crossover-mediated targeted nucleotide substitution and knock-in strategies with CRISPR/Cas9 system in the rice blast fungus	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 7427
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-43913-0	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 Nozaka, A., Nishiwaki, A., Nagashima Y., Endo, S., Kuroki, M., Nakajima, M., Narukawa, M., Kamisuki, S., Arazoe, T., Taguchi, H., Sugawara, F., Kamakura T.	4. 巻 9
2. 論文標題 Chloramphenicol inhibits eukaryotic Ser/Thr phosphatase and infection-specific cell differentiation in the rice blast fungus	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 9283
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 Wakai, S., Arazoe, T., Ogino, C. and Kondo, A.	4. 巻 245
2. 論文標題 Future insights in fungal metabolic engineering	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Bioresource Technology	6. 最初と最後の頁 1314-1326
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.biortech.2017.04.095	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 Arazoe, T., Nishida, K. and Kondo, A.	4. 巻 7
2. 論文標題 Targeted nucleotide substitution in mammalian cell using Target-AID	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Bioprotocol	6. 最初と最後の頁 e2339
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21769/BioProtoc.2339	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 Itoh, H., Miura, A., Matsui, M., Arazoe, T., Nishida, K., Kumagai, T., Arita, M., Tamano, K., Machida, M., Shibata, T.	4. 巻 102
2. 論文標題 Knockout of the SREBP system increases production of the polyketide FR901512 in filamentous fungal sp. No.14919 and lovastatin in <i>Aspergillus terreus</i> ATCC20542	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Microbiology and Biotechnology	6. 最初と最後の頁 1393-1405
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00253-017-8685-7	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 Banno, S., Nishida, K., Arazoe, T., Mitsunobu, H., Kondo, A.	4. 巻 3
2. 論文標題 Deaminase-mediated multiplex genome editing in <i>Escherichia coli</i>	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature Microbiology	6. 最初と最後の頁 423-429
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41564-017-0102-6	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 Arazoe, T., Kuroki, M., Kamakura, T.	4. 巻 in press
2. 論文標題 Cell wall-derived acetic acid may serve an important messenger for metabolic switching-mediated infection-specific cell differentiation in the rice blast fungus	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Fungal Genomics and Biology	6. 最初と最後の頁 in press
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 Kuroki Misa, Shiga Yuriko, Narukawa-Nara Megumi, Arazoe Takayuki, Kamakura Takashi	4. 巻 23
2. 論文標題 Extremely Low Concentrations of Acetic Acid Stimulate Cell Differentiation in Rice Blast Fungus	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 iScience	6. 最初と最後の頁 100786 ~ 100786
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.isci.2019.100786	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 -

〔学会発表〕 計37件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 上元優, 林梨咲, 渡嘉敷直杏, 荒添貴之, 山田修, 外山博英, 水谷治
2. 発表標題 麹菌 ligD 遺伝子がゲノム編集に起因する大規模欠失変異に与える影響
3. 学会等名 日本ゲノム編集学会第3回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木口歌菜, 田中寿樹, 荒添貴之, 佐久間哲史, 山本卓, 桑田茂, 大里修一
2. 発表標題 イネいもち病菌の相同組換え関連遺伝子破壊株におけるDNAリセクション反応系の構築に向けて
3. 学会等名 平成30年度日本植物病理学会九州部会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木優花, 林真優子, 石井晶, 荒添貴之, 鎌倉高志
2. 発表標題 イネいもち病菌を利用した抗生物質Roxithromycinと標的候補タンパク質Cdc27の in vivo 解析
3. 学会等名 日本農芸化学会関東支部2018年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 斎藤翔太, 菊澤佑斗, 荒添貴之, 鎌倉高志
2. 発表標題 イネいもち病菌における核数制御因子の探索
3. 学会等名 日本農芸化学会関東支部2018年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 黒木美沙, 志賀友里子, 前村知佳, 荒添貴之, 鎌倉高志
2. 発表標題 イネいもち病菌におけるキチン脱アセチル化酵素を介した細胞分化誘導
3. 学会等名 第18回糸状菌分子生物学コンファレンス
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田代綾子, 野坂亮仁, 樋口絵莉香, 荒添貴之, 鎌倉高志
2. 発表標題 イネいもち病菌におけるクロラムフェニコールの作用点の探索
3. 学会等名 第18回糸状菌分子生物学コンファレンス
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 平岡輪子, 林平, 荒添貴之, 鎌倉高志
2. 発表標題 CRISPR/Cas9系を用いたイネいもち病菌における標的遺伝子ノックダウン法の確立
3. 学会等名 第18回糸状菌分子生物学コンファレンス
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 斎藤翔太, 菊澤佑斗, 黒木美沙, 荒添貴之, 鎌倉高志
2. 発表標題 イネいもち病菌における核数制御因子の探索
3. 学会等名 日本農芸化学会2019年度東京大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 堀江絢子, 奥村友梨, ジョ ミン, 荒添貴之, 鎌倉高志
2. 発表標題 Lactobacillus nodensisにおけるD-arabinose代謝経路の解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2019年度東京大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平岡大輝, 荒添貴之, 曾根輝雄, 土佐幸雄, 中馬いづみ
2. 発表標題 イネいもち病菌非病原力遺伝子のrepeat-poor領域における欠失
3. 学会等名 平成31年度日本植物病理学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Marusawa, D., Inaba, A., Arazoe, T., Kamakura, T.
2. 発表標題 Development of CRISPR/Cas9 system and genome editing technology for the non-model fungus, <i>Moniliella polinis</i>
3. 学会等名 30th Fungal Genetics Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Arazoe, T., Hiraoka, D., Murochi, S., Kiguchi, K., Tanaka, T., Sakuma, T., Yamamoto, T., Arie, T., Kuwata, S., Chuma, I., Ohsato, S., Tosa, Y., Kamakura, T.
2. 発表標題 DNA double-strand breaks-mediated ectopic recombination between solo-long terminal repeats triggered pathogenic changes and genome rearrangement in the rice blast fungus
3. 学会等名 IS-MPMI XVIII Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Saito, S., Shiga, Y., Kuroki, M., Arazoe, T., Kamakura, T.
2. 発表標題 Chitin-deacetylase activity has important roles in inducing appressorium formation
3. 学会等名 IS-MPMI XVIII Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荒添貴之, 西田敬二, 田畑麻由良, 平岡大輝, 中馬いづみ, 土佐幸雄, 近藤昭彦
2. 発表標題 ゲノムを切らずに書き換えるイネいもち病菌における新規ゲノム編集
3. 学会等名 平成29年度日本植物病理学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 飯田藍, 大和澄, 荒添貴之, 大里修一, 桑田茂
2. 発表標題 CRISPR/Cas9システムを利用した相同組換えによる多重遺伝子同時改変の試み
3. 学会等名 平成29年度日本植物病理学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 水谷治, 利田賢次, 林梨咲, 渡嘉敷直杏, 荒添貴之, 西田敬二, 和田悠作, 織田健, 岩下和裕, 山田修, 外山博英
2. 発表標題 麹菌におけるゲノム編集ツールの違いにおける大規模欠失の検討
3. 学会等名 日本ゲノム編集学会 第二回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Arazoe, T., Yamato T., Handa, A., Miyoshi, K., Ohsato, S. and Kuwata, S.
2. 発表標題 CRISPR/Cas9 system for genome editing in filamentous fungi
3. 学会等名 2017 Asian Conference on Plant Pathology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kiguchi, K., Tanaka, T., Arazoe, T., Sakuma, T., Yamamoto, T., Kuwata, S. and Ohsato, S.
2. 発表標題 Functional analysis of RecQ helicase MUSN in Pyricularia oryzae
3. 学会等名 2017 Asian Conference on Plant Pathology (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 國吉真史, 田中寿樹, 木口歌奈, 高崎恵利花, 荒添貴之, 佐久間哲史, 山本卓, 桑田茂, 大里修一
2. 発表標題 イネいもち病菌におけるDna2遺伝子の破壊と性状解析
3. 学会等名 平成29年度日本植物病理学会関東部会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 木口歌菜, 田中寿樹, 國吉真史, 荒添貴之, 佐久間哲史, 山本卓, 桑田茂, 大里修一
2. 発表標題 イネいもち病菌RecQ helicase MUSNのDNA修復機構への関与
3. 学会等名 第17回糸状菌分子生物学コンファレンス
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 黒木美沙, 岡内香奈, 志賀友理子, 前村知佳, 荒添貴之, 鎌倉高志
2. 発表標題 イネいもち病菌のキチンデアセチラーゼCbp1の付着器誘導形成における挙動の解析
3. 学会等名 第17回糸状菌分子生物学コンファレンス
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 林平, 平岡輪子, 成川恵, 荒添貴之, 鎌倉高志
2. 発表標題 イネいもち病菌における推定カルシウムチャネル構成因子Ehs1の機能解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2018年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤ヶ崎礼夏, 小西高裕, 荒添貴之, 鎌倉高志
2. 発表標題 イネいもち病菌の雌性不稔化の原因因子の探索と交配型決定領域の機能解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2018年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 水谷治, 林梨咲, 渡嘉敷直杏, 上里勇希, 上元優, 玉井萌子, 荒添貴之, 山田修, 外山博英
2. 発表標題 ゲノム編集時に引き起こされる麹菌 <i>Aspergillus oryzae</i> の大規模欠失機構に関する研究
3. 学会等名 日本農芸化学会2018年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 内田百岳, 藤ヶ崎礼夏, 小西高裕, 荒添貴之, 鎌倉高志
2. 発表標題 イネいもち病菌におけるメラニン生合成は偽子のう殻および子のう胞子形成に關与する
3. 学会等名 平成30年度日本植物病理学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 樋口絵莉香, 野坂亮仁, 田代綾子, 荒添貴之, 鎌倉高志
2. 発表標題 イネいもち病菌におけるクロラムフェニコールの新規作用点の探索
3. 学会等名 第19回糸状菌分子生物学コンファレンス
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 喜多光徹, 内田百岳, 藤ヶ崎礼夏, 小西高裕, 寺岡徹, 有江力, 荒添貴之, 鎌倉高志
2. 発表標題 イネいもち病菌 (<i>Pyricularia oryzae</i>) における交配型決定領域の機能解析
3. 学会等名 第19回糸状菌分子生物学コンファレンス
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Uchida, M., Kita, K., Fujigasaki, A., Konishi, T., Arie, T., Teraoka, T., Arazoe, T., Kamakura, T.
2. 発表標題 Exploration of the genetic cause of female sterility in the rice blast fungus
3. 学会等名 15th European Conference on Fungal Genetics (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Arazoe, T., Murochi, S., Hiraoka, D., Kiguchi, K., Tanaka, T., Sakuma, T., Yamamoto, T., Arie, T., Kuwata, S., Chuma, I., Ohsato, S., Tosa, Y., Kamakura, T.
2. 発表標題 Ectopic recombination between solo-long terminal repeats triggered pathogenic changes and genome rearrangement in the rice blast fungus
3. 学会等名 15th European Conference on Fungal Genetics (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山内優季, 平岡輪子, 林平, 内田百岳, 荒添貴之, 鎌倉高志
2. 発表標題 イネいもち病菌における推定カルシウムチャネル及びその構成因子の機能解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2020年度大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平岡大輝, 村井俊子, 荒添貴之, 曾根輝雄, 土佐幸雄, 中馬いづみ
2. 発表標題 イネいもち病菌非病原力遺伝子の欠失の規模を決める要因
3. 学会等名 令和2年度日本植物病理学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 齊藤大幹, 荒添貴之, 小寺俊丞, 小松健, 有江 力
2. 発表標題 CRISPR/Cas9系を用いたFusarium 属菌でのSIX1およびfgm4-like遺伝子破壊株の作出
3. 学会等名 令和2年度日本植物病理学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 前村知佳, 黒木美沙, 荒添貴之, 鎌倉高志
2. 発表標題 イネいもち病菌のキチン脱アセチル化酵素タンパク質Cbp1のGPIアンカー化検証
3. 学会等名 令和2年度日本植物病理学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 新門想太, 齊藤大幹, 小寺俊丞, 荒添貴之, 鎌倉高志
2. 発表標題 トマト萎凋病菌におけるCRISPR/Cas9およびゲノム編集系の確立
3. 学会等名 令和2年度日本植物病理学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤大元, 齋藤翔太, 黒木美沙, 荒添貴之, 鎌倉高志
2. 発表標題 超低濃度脂肪酸によって誘導されるイネいもち病菌の付着器形成誘導機構の解析
3. 学会等名 令和2年度日本植物病理学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 荒添貴之
2. 発表標題 植物病原糸状菌ゲノム編集技術の開発
3. 学会等名 令和2年度日本植物病理学会大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 荒添貴之
2. 発表標題 生命の設計図を操作するゲノム編集：神の領域？悪魔の技術？
3. 学会等名 明治大学科学技術研究所 公開講演会 「ゲノム編集：何ができるか、その原理と活用方法」（招待講演）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 荒添貴之	4. 発行年 2019年
2. 出版社 羊土社	5. 総ページ数 386
3. 書名 完全版 ゲノム編集実験スタンダード, 2-9. 糸状菌でのゲノム編集	

1. 著者名 Arazoe, T., Mizutani, O.	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Elsevier	5. 総ページ数 361
3. 書名 Genome Engineering via CRISPR-Cas9 System, Chapter5-Targeted genome editing using CRISPR/Cas9 system in fungi	

〔出願〕 計0件

〔取得〕 計1件

産業財産権の名称 METHOD FOR CONVERTING NUCLEIC ACID SEQUENCE OF CELL SPECIFICALLY CONVERTING NUCLEIC ACID BASE OF TARGETED DNA USING CELL ENDOGENOUS DNA MODIFYING ENZYME, AND MOLECULAR COMPLEX USED THEREIN	発明者 西田敬二, 近藤昭彦, 荒添貴之, 吉岡伸	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2018/011198	取得年 2018年	国内・外国の別 外国

〔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
---------------------------	-----------------------	----