二国間交流事業 共同研究報告書

令和 5年 4月 11日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[日本側代表者所属機関・部局]
京都大学大学院農学研究科
[職・氏名]
教授・寺内良平
[課題番号]
JPJSBP 120215702

1. 事業名 相手国: 英国 (振興会対応機関: The Royal Society) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) イネ NLR-ID のエンジニアリングによる抵抗性付与

(英文) Engineering rice NLR-ID to confer resistance against pathogens

3. 共同研究実施期間 2021年 4月 1日 ~ 2023年 3月 31日 (2年 0ヶ月)【延長前】 年 月 日 ~ 年 月 日 (年 ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

John Innes Centre・Professor・Mark Banfield

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額		3,800,000 円
内訳	1年度目執行経費	1,900,000 円
	2年度目執行経費	1,900,000 円
	3年度目執行経費	- 円

6. 共同研究実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	10名
相手国側参加者等	6名

* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1年度目	0	0	0(0)
2年度目	1	1	0(0)
3年度目			()

* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣: 委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入: 相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流の概要・成果等

(1)研究交流概要(全期間を通じた研究交流の目的・実施状況)

本提案全体では、イネ抵抗性タンパク質PikとPiasのSensor NLR のIntegrated Domain (ID) の改変により、任意の病原菌エフェクターを認識可能な人工NLR をエンジニアすることを目的とする。(1) Pik-1 のIDであるHMA ドメインをAVR-Pik が標的とするイネタンパク質sHMA のHMA ドメインに交換することにより認識特異性を拡大すること、(2) Pias 遺伝子座のSensorNLRとAVR-Piasの相互作用を解明すること、(3) イネ属(*Oryza*)全体のNLR遺伝子の網羅的変異解析(Pan-NLRome)により、イネNLRの進化と機能分化を解析することの三点の共同研究を実施する。本研究の成功により、任意の病原菌エフェクターを認識可能な人工NLRの開発が可能となる。これらの研究は、若手研究者が中心となって実施する。

(2)学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

相手国と共同で、イネ抵抗性タンパク質 Pik NLR のエンジニアリングに成功した。Pik-1 NLR の ID の HMA ドメインを sHMA ドメインと交換した遺伝子コンストラクト (相手国側参加者、Mark Banfield 教授の研究グループ提供)によりイネを形質転換し、AVR-PikC および AVR-PikF 対立遺伝子産物を保有するいもち病菌を接種したところ、抵抗性が誘導された。AVR-PikC/D は、これらを認識する抵抗性タンパク質が今まで知られておらず、人工的に NLR タンパク質の認識特異性を拡大することに成功した。本成果は、Maidement et al. 2022 として BioRxiv にプレプリント投稿、<https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2022.06.14.496076v1>、現在 eLife 誌で査読中である。本成果は、病原菌エフェクターが標的とするタンパク質ドメインを ID に挿入した人工 NLR により抵抗性付与が可能であることを示唆し、今後の研究展開が期待される。さらに共同研究成果として、*Pia/Pias* 遺伝子座の *Pias* 対立遺伝子産物および対応するいもち病菌因子 AVR-Pias の単離同定を報告した(Shimizu ら 2022 PNAS <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2116896119>)。 *Pia/Pias* 遺伝子座の NLR には宿主の多様なタンパク質が挿入配列(Integrated Domain:ID)として存在することが判明し、それら ID の起源と機能の解明に着手した。また、イネおよびいもち病菌双方の遺伝学的解析により、新規抵抗性遺伝子 Piks と対応するいもち病菌因子 AVR-Mgk1 の単離同定にも成功した (Sugihara ら 2023 PLoS Biology <https://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.3001945>)。本事業により、大きな研究成果を上げることができたもの考える。

(3)相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

2021 年度は、コロナ流行のため、二国間の研究者の行き来は不可能であったが、2022 年度末 3 月 22 日-23 日に日本側代表研究者寺内良平が英国共同研究者の研究室を訪問し、共同研究打ち合わせを実施した。これに先立ち、共同研究成果について報告し討論するために、寺内良平が 3 月 20-21 日にドイツ国チュービンゲンで開催された”International Helper- and Paired NLR Mini Symposium”に出席した。本出張は、第三国へのものであるが、同シンポジウムには相手国共同研究者 Mark Banfield 教授、Sophien Kamoun 教授およびその研究員が多数出席し、分野の最新情報入手におおいに役立った。また本事業終了後ではあるが、2023 年 5 月に相手国研究グループから Banfield 教授、Kamoun 教授を含む約 10 名の研究者が来日し、将来の共同研究打ち合わせおよびセミナーを実施する予定である。

(4)社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

いもち病はイネ栽培において最も重要な病害の一つである。いもち病の分泌タンパク質を認識して抵抗性を誘

導する抵抗性タンパク質 NLR のエンジニアリングを実施し、より多くのいもち病菌因子を認識できる NLR を作成してイネにおいて実証することに成功した。今後同様の方法を利用することにより、耐病性系統の育成により世界の食糧安全に寄与することが期待される。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取組、成果)

コロナ禍のため、二国間の相互訪問による研究交流の機会は限られたが、Zoom などを活用して、若手研究者の研究発表と議論を相手国研究者らと実施した。こうした機会は、若手研究者の研究内容の充実に寄与したのみならず、発表訓練、意思疎通の訓練にもなったと考える。

(6)将来発展可能性(本事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか)

NLR 型抵抗性タンパク質は、植物免疫において重要な役割を担っている。本事業の実施により、当分野の研究が飛躍的に進展した。今後 NLR 生物学の基礎研究が進むとともに、その知識を活用した抵抗性品種育成が進展することが期待される。

(7)その他(上記(2)~(6)以外に得られた成果があれば記載してください)

例:大学間協定の締結、他事業への展開、受賞など

本事業の発展として、相手国研究者と共同で、現在日本学術振興会「国際先導研究」に応募中である。採択されれば、国際共同研究による若手研究者の育成がおおいに進展することが期待される。