（様式４）

二国間交流事業 共同研究報告書

令和５年４月５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］
名古屋大学・アイソトープ総合センター
［職・氏名］
講師・杉田亮平
［課題番号］
JPJSBP 120203505

1. 事 業 名 相手国: ドイツ (振興会対応機関: DAAD)との共同研究

2. 研究課題名

（和文） イネ根圏に形成する鉄プラークがリン吸収に与える影響

（英文） Spatiotemporal variation in iron plaque formation around rice roots: How does it affect plant P uptake?

3. 共同研究実施期間 2020年 4月 1日 ～ 2023年 3月 31日 (3年 ヶ月)

【延長前】 2020年 4月 1日 ～ 2022年 3月 31日 (2年 ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Isotope Biogeochemistry and Gas Fluxes, Centre for Agricultural Landscape Research・Postdoc・Holz Maire

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		2,973,502 円
内訳	1年度目執行経費	1,092,501 円
	2年度目執行経費	1,881,001 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	4名
相手国側参加者等	3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	0	0	0(0)
3年度目	0	0	0(0)

＊ 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）

本研究は、本申請者および相手国研究者がそれぞれ構築してきたイメージング技術の融合であり、植物根における元素吸収および排出を時間的、空間的、かつ高精細に明らかにすることを目的としている。

植物は根から吸収した養分や葉で作られた光合成産物を植物体内の隅々に輸送し、葉や果実等に蓄積させる。これらの元素の一部は再び根に輸送して根の生長に利用される他、根分泌物として根圏へ排出される。根分泌物は根の表面を中心とした根圏への鉄沈着（鉄プラーク）を促進し、養分吸収に大きな影響を与えると考えられる。相手国研究者はこれまで根箱に吸着シートを設置し、放射性同位元素（RI）で標識された根分泌物を吸着、可視化させる技術を構築してきた。ただし、根分泌物量、および養分吸収は時間に伴って常に変化し続けるため、鉄プラーク量、および根分泌量と養分吸収との関係を解明するためには生きた植物を用いて経時的に解析する必要がある。一方で、本研究者らはリアルタイム RI イメージングシステム（RRIS）を独自に開発してきた。RRIS は生きた植物を解析することが可能であり、植物体内の元素がどこに輸送・分配・蓄積するのかを画像化・動画化し、定量的に解析できる。そこで、この両者の独自技術を融合することで、根分泌量を解析する技術を新たに開発することを目指し、根箱で生育させた植物を用いて RRIS で撮影する新たな撮影技術の構築を行った。

(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）

植物体内の元素動態を解析するツールとして、RI を用いた RI ライブイメージングは最も有効的な手法である。用いる RI はβ線、およびγ線に大別される。β線は透過力が弱いことから土壌内に存在する根のイメージングは不可能であるが、解像度が良い。γ線は透過力が高いことから土壌内の根も撮影可能であるが、解像度の問題から微細な対象物の撮影は不向きである。本研究の主な対象は植物根であり、国内外において唯一のβ線イメージング装置である RRIS が解像度の観点では最も適する。そこで根箱を用いて土壌表面に根を這わせることで撮影が可能となった。用いる対象となる植物はイネのみならず、根の直径が 200μm 程度の非常に繊細なシロイヌナズナ根においてもイメージング画像を取得はじめているところであり、汎用性の高い技術になりうる。

(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）

根箱を用いて RI ライブイメージングを行うことができないだろうか？という相手国研究者からの発想により本研究が始まった。RRIS では土壌内の根を撮影することができないため、これまでは水耕液を用いた撮影を行ってきた。本研究では、土壌表面に根を這わせて生育させる根箱を用いた撮影技術を構築したことで、土壌と植物との関係に着目した研究が可能となった。

(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）

農業において化学肥料の高騰が続いている。今後においても中国やインドの肥料需要が増大することに伴ってますます高騰すると予想され、日本の農業には厳しい状況である。そのため、いかに肥料を抑えて作物生産するかは重要な課題である。本研究により構築した根箱を用いた RI ライブイメージングは、植物が養分の吸収、体内輸送、および蓄積の様子を撮影、解析ができるため、養分の最適化を見いだせられる可能性がある。つま

りは、最小の肥料で最大の生産に資する基礎的なデータを構築できる解析技術を構築できたと期待している。

(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)

本研究に参加した学生は博士終了後に民間企業へ研究職として就職した。学生が研究職へ進むことが非常に少なくなった現状の中、非常に喜ばしいことである。ただし、本研究で相手国(ドイツ)への渡航も行いたかったが、コロナ禍により実施できなかった点は非常に残念である。

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

本研究は土壌環境下での植物の養分吸収を解析できる技術開発を行ったが、植物−土壌−微生物などの研究への発展も可能である。植物は微生物を介して養分吸収を行う共生関係を持つことで生長が促進される。根粒菌に関しては古くから研究が盛んに行われてきたが、その他においては、解析が難しいことからもあまり研究が進んでいない。一方で、共生による植物への影響が大きいことから近年は非常に注目されている研究分野であり、本研究により構築した技術は有効なツールになると期待している。

(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)

2023 年 7 月(予定) 日本アイソトープ協会奨励賞