

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 6 日現在

機関番号：15301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H02987

研究課題名(和文) 作物根圏におけるウイルス叢の多様性とその感染動態から紐解く生態的意義

研究課題名(英文) The diversity of viral communities and their infection dynamics in the rhizosphere of crops

研究代表者

近藤 秀樹 (Kondo, Hideki)

岡山大学・資源植物科学研究所・准教授

研究者番号：40263628

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：作物の葉圏や根圏に生息する微生物類や無脊椎動物はその生育に様々な影響を及ぼしている。これら生物類は多様なウイルスを保持していると想定されるが、それらに存在するウイルスの多様性や作物生産へのインパクトはほとんど理解されていない。本課題では特にムギ類(オオムギ・コムギ)に注目し、これまで見過ごされてきた根圏(さらに葉圏)のウイルス叢探索を展開した。三カ年の圃場サンプルのRNA-seq解析により、複数の植物ウイルスや昆虫ウイルスの発見に繋がり、さらに根圏サンプルから多様な糸状菌ウイルス候補が見出された。一連の成果は、ムギ類生存圏ウイルス叢の多様性の理解や今後の動態解析を進める上で重要な知見となる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、これまでほとんど理解されていなかったムギ類(オオムギとコムギ)生存圏のウイルス叢の理解に向けてRNA-seqを行い、多くのウイルス学的な知見を蓄積することができた。特に、特定圃場におけるウイルスリファレンス配列の取得(新規植物・昆虫ウイルスや多くの菌類ウイルス候補を含む)は、圃場レベルでのウイルス叢の動態解析や生態学的な役割を紐解くために活用できると期待される。将来的には、ムギ類ウイルスのリスク再評価とウイルス抵抗性育種への応用、ムギ類作物のバイオコントロールへ向けたウイルス資材の開発、持続的作物生産における菌類および菌類ウイルスの利用へ向けた基礎知見の蓄積につながる。

研究成果の概要(英文)：Crops are affected by various microorganisms and invertebrates that inhabit the phyllosphere and rhizosphere. It is assumed that these organisms carry a wide range of viruses, but their diversity and impact on crop production have not been well understood. In this project, our focus was on barley and wheat crops, and we conducted in-depth studies of viromes in the rhizosphere (and also the phyllosphere), which had not been extensively analyzed before. By using RNA-seq analysis on field samples of barley and wheat over a three-year period, we discovered multiple RNA viruses that infect plants, as well as insects, including previously unknown viruses. Furthermore, we identified a wide range of mycovirus candidates in the rhizosphere, although their actual hosts are yet to be determined. These findings are expected to provide valuable insights into the diversity of viral communities in barley and wheat agroecosystems, and they will contribute to future studies on infectious dynamics.

研究分野：植物病理学

キーワード：ウイルス 作物 根圏 リザーバー オオムギ アブラムシ うどんこ病 水平伝搬

1. 研究開始当初の背景

ウイルスはヒトや家畜、農作物などあらゆる生物に存在し、その一部は病原体(厄介者)として認知されている。一方で、近年の次世代シーケンシング解析の普及により、脊椎・無脊椎動物において膨大なウイルス叢の存在が明らかとなりつつある (Shi et al., *Nature* 2016; 2018)。農作物を取り巻く農業生態系でも、作物自体やそれを取り巻く生物種(特に昆虫類や真菌類など)のウイルス叢が注目されつつあり、それらの解析が積極的に展開されつつある。現代社会で問題となるこれら病原ウイルスの誕生の背景の一つには、宿主生物種間を跨ぐ様なウイルス水平伝搬が深く関わってきたと考えられている (Pepin et al., *Nature Rev Microbiol* 2010)。一方、この水平伝搬は生物界の障壁を乗り越える様なドラスティックなウイルス水平伝搬は稀であるとされてきた。しかし、作物では植物-昆虫間でのウイルス水平伝搬が以前から知られており (Whitfield et al., *Cur Opin Virol* 2018)、さらに、近年になると菌類-昆虫間や植物-菌類間の生物界の障壁を乗り越えてウイルスの水平伝搬が可能であることが理解されつつある (Sun et al., *Encyclopedia of Virology* 2021 参照)(図1)。これらの成果より、作物の生存圏の植物・菌類/昆虫ウイルスは生物界の障壁を乗り越えてダイナミックに往来可能であることが明らかになっている。

しかし、作物の生存圏(ウイルス-菌/昆虫-植物の多層的生態系)に存在するウイルス叢の研究は始まったばかりであり、特に根圏を取り巻く生物類(特に生育に関わる菌類・無脊椎動物類)に存在するウイルス多様性や動態の理解はまだまだ限定的である。さらに、作物と菌類・無脊椎動物の共生や闘ぎ合いにおいてウイルスの役割についてはほとんど理解されていない状況である。

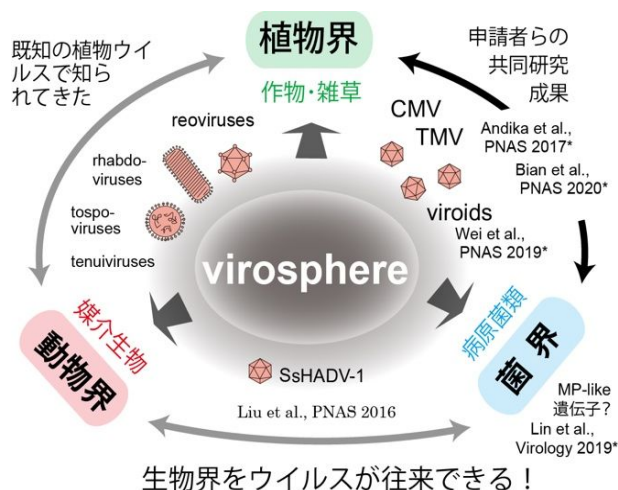


図1. 作物を取り巻くウイルス叢と水平伝搬
Andika et al., *Encyclopedia of Virology* (4th) 2021 より改変

2. 研究の目的

作物の生育は、その根圏に存在する多様な微生物や無脊椎動物により様々な影響を受けているが、それら生物にも多様なウイルスが感染していると想定される。そこで、本課題ではウイルス病が慢性的に問題となるムギ類作物(オオムギ/コムギ)の根圏とさらに地上部にも注目し、作物自身や随伴する昆虫や糸状菌類に存在するウイルス叢の理解を目指したものである。

具体的には、試験圃場で生育させたムギ類作物(オオムギ/コムギ)を用い、柱葉圏と根圏に存在する主要なウイルス叢の探索、柱葉圏それらウイルスの宿主探索と生物界を跨ぐ水平伝搬ポテンシャル、柱葉圏ウイルス叢の年次変動とムギ類ウイルスの病原性の(再)評価を進めることを主要課題とした。以上を推進することで、作物特に根圏ウイルス叢の多様性と感染ダイナミズムの一端を理解する。

3. 研究の方法

本研究では、岡山大学資源植物科学研究所(植物研)と他の試験圃場をモデルとし、ムギ類生存圏(特に根圏)におけるウイルス叢の多様性や動態に迫るため、以下のようなアプローチで研究を展開した(図2)。

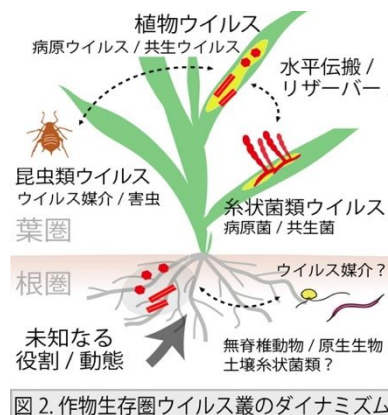
1) 作物生存圏(葉圏と根圏)に存在するウイルス叢の探索(近藤・久野): ムギ類に感染するあるいはそれを取り巻く菌類や昆虫類のウイルス叢を探索した。地上部では寄生病原菌や昆虫類を、根圏では根系サンプルのRNA-seq解析によりウイルス叢の網羅解析した。

2) 根圏に見出されるウイルスの宿主探索と生物界を跨ぐ水平伝搬ポテンシャル(近藤・兵頭・鈴木): ムギ類生存圏ウイルスの水平伝搬を解析するため、ムギ類の生存圏(葉圏と根圏)に存在する生物群集を評価した。さらに、ムギ類の生存圏から分離される昆虫や糸状菌類のウイルス叢解析を進め、生物界を跨ぐウイルスの水平伝搬イベントの探索した。

3) 作物生存圏ウイルス叢の年次変動とムギ類ウイルスの病原性の(再)評価(近藤・久野・鈴木): ムギ類生存圏(葉圏と根圏)の主要ウイルスの季節・年次変動をモニターし、その発生活消長の理解を目指した。並行して、ムギ類ウイルス(新奇植物ウイルスを含む)に関して、オオムギへの病原性の(再)評価を進めつつ、圃場に於けるそれらの発生活動向を調査した。

4. 研究成果

研究期間内に、ムギ類(オオムギ・コムギ)の地上部・根系、さらにアブラムシ類、うどんこ病菌などの環境サンプルを用い RNA-seq 解析により配列データを取得した。見出されたウイルス配列候補の詳細解析や評価を進めるとともに、一部の植物・昆虫ウイルスに関してはウイルス学的な解析やフィールド調査を進めた。さらに、本課題に密接に関連する国際共同研究も展開している。以下に本研究で推進した3項目で得られた研究成果の詳細を記載する。



研究のアウトライン

柱① 葉圏 / 根圏のウイルス叢の解明

柱② 生物界を跨ぐ水平伝搬ポテンシャル

柱③ ムギ類ウイルス病原性再評価

図2. 作物生存圏ウイルス叢のダイナミズム

1) 作物生存圏(葉圏と根圏)に存在するウイルス叢の探索

1-1. 植物研圃場で黄化症状を示すコムギ葉(2020年採集)を採集し、その RNA-seq 解析により新規種と想定されるクロステロウイルス(*Closteroviridae*科)を発見し、wheat closterovirus 1 (WChV1)と命名した(Kondo et al., *Pathogens* 2023)。WChV1はルテオウイルス属のオオムギ黄萎ウイルス PAV と共感染する場合も認められた。当該圃場では1970年代にクロステロウイルス(コムギ黄葉ウイルス wheat yellow leaf virusとして知られているが、ウイルスゲノム情報は未解明)の発生が示唆されており、市街地の比較的閉鎖的な環境であることから考慮するとその再発見の可能性も高い。

1-2. 北海道の試験圃場の縞萎縮症状を呈するコムギサンプル(2018年と2019年採集)よりコムギ縞萎縮ウイルス(WYMV, バイモウイルス属)に随伴する形で新規フレキシウイルス(wheat virus Q, WVQと命名)を見出した(ホクレン研究農場:吉田博士、玉田博士との共同研究; Kondo et al., *Front Microbiol* 2021)。詳細なウイルス学的な解析を進めた結果、WVQは *Quinvirinae* 亜科(*Betaflexiviridae*科)の新属メンバーである可能性が高いことが判明した。当該圃場には少なくともWVQの三系統が存在し、穀類に感染する2例目のベータフレキシウイルス(*Quinvirinae* 亜科)であった。

1-3. 長野県下の試験圃場でウイルス症状を呈すオオムギの特定品種(カシマムギ)・育種系統(東山皮111号)を解析し(2016年採集、他年度での発生も確認されている)、コムギモザイクウイルス(Chinese wheat mosaic virus: CWMV、フロウイルス属)の感染を確認した(長野県農業試験場:前島博士との共同研究; Kondo et al., *Plant Dis* 2022)。CWMVは中国のコムギで多発し問題とされており、本邦でも一部地域のコムギで発生の報告がある。本研究によりオオムギの特定系統で発生することがはじめて明らかになった。

1-4. 植物研圃場オオムギに寄生するアブラムシ個体群を3年間にわたり採取し、ウイルス叢を解析した。その結果、昆虫特異的ウイルスを多く含む未分類のグループであるネゲ/キタ様ウイルス、フラビ様ウイルス、植物ルテウイルスなどのRNAウイルスを複数検出した(Kondo et al., *Front Microbiol* 2020)。その中には、8種類の新規昆虫RNAウイルスが含まれ、その詳細を報告した。

2) 根圏に見出されるウイルスの宿主探索と生物界を跨ぐ水平伝搬ポテンシャル

2-1 オオムギ、コムギの根系、アブラムシ、病原菌(うどんこ病、さび病菌など)サンプルの一連の RNA-seq 解析により、植物、糸状菌類ウイルスと想定される多数のウイルス様配列を見出している。現在、それら配列の確認作業や分子系統解析などを鋭意進めている(アカクロバーの新規パルティティウイルスはすでに報告済み: Telengech et al., *Arch Virol* 2022)。これらの情報は、今後ムギ類生存圏ウイルス叢の水平伝搬ポテンシャルを検証するためのウイルスのリファレンス配列として活用可能である。なお、当初計画したムギ類RNAウイルスの感染性クローン新規構築については、一部研究課題の優先的な推進と取得データの論文化へ注力したため、期間内での実現には至らなかった。

2-2 ムギ類のアブラムシウイルス叢の解析では、リファレンスとなる主要ウイルス配列の取得に成功しており、柱1で前述したように論文として報告した(Kondo et al., *Front Microbiol* 2020)。関連して、アブラムシで見出されたウイルスがオオムギサンプルからも見出される場合があり、作物(オオムギ)がアブラムシウイルスのリザーバー活性を持つ可能性が示唆されている。このことは、野外の作物がアブラムシウイルスの水平伝搬を助ける受動的な媒介者になり得る可能性を示唆しており、今後の検証が待たれる。

2-3 ムギ類の葉圏や根圏に存在する糸状菌類の分離を進め、さらに2本鎖RNAをマーカとしたスクリーニングでウイルス感染株を取得した。それら糸状菌株のRNA-seq解析では、複数の菌類RNAウイルス(新規ウイルスあるいは既存ウイルスの系統)の候補配列取得に成功している(解析中)。しかし、残念ながら当初想定していた菌類分離株への植物ウイルスの水へ伝搬を示唆するデータは取得できなかった。一方で、中国との国際共同研究において、ウイルス症状を呈

するアブラナ科蔬菜類より分離した糸状菌類株に複数の植物ウイルスを見出すことに成功している(Cao et al., *Viruses* 2022)。さらに、リンゴさび果ウイルス(ASSVd)に罹病したリンゴ樹より分離された糸状菌類株で ASSVd の検出に成功した(Tian et al., *Cells* 2022)。

3) 作物生存圏ウイルス叢の年次変動とムギ類ウイルスの病原性の(再)評価

3-1 植物研圃場オオムギサンプルの RNA-seq により、春先(4月)にはアブラムシ媒介性のクロステロウイルス、ルテオウイルス、ポレロウイルスの発生が毎年度確認された。そこで、これらのウイルス配列をリファレンスとして、核酸抽出を伴わない RT-PCR ベースの簡易ウイルス診断を検討した。2022 年の倉敷圃場におけるウイルス調査で、4 月後半に特にポレロウイルスの感染を複数個体で確認した。

3-2 新規植物ウイルスのラボ系統(WChV1 と WVQ)を確立したことで、その病原性や伝搬性試験を進める環境を整備した。WChV1 はムギクビレアブラムシにより伝搬されることを明らかにした。また、WVQ はチャンバーと温室試験で土壌伝染性と推定されたが、その媒介者あるいは媒介機構は未だ不明である。WChV1 はコムギの黄葉症状株に見出されているが、その症状が再現できるかを現在検討している。WVQ は WYMV 感染個体(縞萎縮症状)で見出されたが、単独でムギ類へ病原性を示すかチャンバー内試験にて検討を進めている。

3-3. 北海道のテンサイ(甜菜・ビート)栽培で慢性的に発生する土壌伝染 RNA ウイルス(テンサイ叢根病ウイルス、BNYVV)について、病原学的な再評価を行った(ホクレン研究農場:玉田博士, 名古屋大学:千葉博士との共同研究)。半世紀にわたる BNYVV の継続的な疫学的な調査データを取りまとめるとともに(Tamada et al., *Plant Pathol* 2021)、BNYVV RNA5 分節の存在が宿主根部の病徴発現誘導(Scab-like symptom)やテンサイの *Rz1* 抵抗性の打破に貢献する可能性を示唆した(Nakagami et al., *Plant Pathol* 2022)。

まとめ

三年のムギ類圃場の定点観察により、圃場ウイルス叢の多様性や普遍性を解析するための代表的なウイルスリファレンス配列が整いつつある。オオムギ、コムギの圃場サンプル(根系)からは、新規のクロステロウイルス、ルテオウイルス、ポレロウイルスやフレキシウイルスなどを含むユニークなウイルス群(植物ウイルスのみならず菌類ウイルスも含まれる)を見出している。このことは、作物根系がウイルス叢の理解に有効であることを示している。今回取得した RNA-seq データは、一部では継続して解析を進めているものもあり、特に根系に見出された新規ウイルス(植物ウイルスや菌類ウイルスと想定)の解析を継続し、論文として取りまとめる予定である。今後も継続的に RNA-seq データの積み増しを進める予定であることから、さらなる植物ウイルス叢の深掘り(新規ウイルスや根に特異的に感染するようなウイルスの発見)につながることも期待できる。なお、一連の成果をもとに、菌類ウイルスの多様性や生物界を跨ぐウイルス感染に関する情報を取りまとめ総説として報告した(Kondo et al., *Ann Rev Phytopathol* 2022; Sun et al., *Encyclopedia Virol* 2021; Andika et al., *Ann Rev Virol* in press など)。

本研究の成果は、ムギ類の植物ウイルスの多様性理解に貢献し、さらにそこに寄生する昆虫(アブラムシ)や菌類のウイルスの多様性や進化、さらに圃場におけるそれらウイルスの動態の理解を進めていく上で契機となる重要な知見を提供する。

引用文献

- Pepin, K. M., Lass, S., Pulliam, J. R., Read, A. F., & Lloyd-Smith, J. O. (2010). Identifying genetic markers of adaptation for surveillance of viral host jumps. *Nature Reviews Microbiology*, 8(11), 802-813.
- Shi, M., Lin, X. D., Tian, J. H., Chen, L. J., Chen, X., Li, C. X. et al. (2016). Redefining the invertebrate RNA virosphere. *Nature*, 540(7634), 539-543.
- Shi, M., Lin, X. D., Chen, X., Tian, J. H., Chen, L. J., Li, K. et al. (2018). The evolutionary history of vertebrate RNA viruses. *Nature*, 556(7700), 197-202.
- Sun L., Kondo, H., & Andika, I.B. 2021. Cross-kingdom virus transmission. *Encyclopedia of Virology*. 4th edition (Elsevier Ltd.). Volume 4, p443-449.
- Whitfield, A. E., Huot, O. B., Martin, K. M., Kondo, H., & Dietzgen, R. G. (2018). Plant rhabdoviruses—Their origins and vector interactions. *Current opinion in virology*, 33, 198-207.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 19件／うち国際共著 14件／うちオープンアクセス 15件）

1. 著者名 Kondo H, Sugahara H, Fujita M, Hyodo K, Andika IB, Hisano H, Suzuki N.	4. 巻 12
2. 論文標題 Discovery and genomic characterizations of a closterovirus from wheat plants with yellowing leaf symptoms in Japan	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Pathogens	6. 最初と最後の頁 358
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/pathogens12030358	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 Cao X, Liu J, Pang J, Kondo H, Chi S, Zhang J, Sun L, Andika IB	4. 巻 14
2. 論文標題 Common but nonpersistent acquisitions of plant viruses by plant-associated fungi	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Viruses	6. 最初と最後の頁 2279
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/v14102279	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 Tian M, Wei S, Bian R, Luo J, Khan HA, Tai H, Kondo H, Hadidi A, Andika IB, Sun L	4. 巻 11
2. 論文標題 Nature cross-kingdom spread of apple scar skin viroid from apple plants to fungi	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Cells	6. 最初と最後の頁 3686
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/cells11223686	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 Kondo, H., Botella, L., Suzuki, N.	4. 巻 60
2. 論文標題 Mycovirus diversity and evolution revealed/inferred from recent studies	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Annual Review of Phytopathology	6. 最初と最後の頁 307-336
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1146/annurev-phyto-021621-122122	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 Walker, P.J. (Kondo, H.) et al.	4. 巻 103
2. 論文標題 ICTV Virus Taxonomy Profile: Rhabdoviridae	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of General Virology	6. 最初と最後の頁 1689
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1099/jgv.0.001689	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 Kondo, H., Yoshida, N., Fujita, M., Maruyama, K., Hyodo, K., Hiasno, H., Tamada, T., Andika, I.B. and Suzuki, N.	4. 巻 12
2. 論文標題 Identification of a novel quinvirus in family Betaflexiviridae that infects winter wheat	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Microbiology	6. 最初と最後の頁 715545
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmicb.2021.715545	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 Kondo H., Maejima H., Maruyama K., Fujita M., Ohki T.	4. 巻 106
2. 論文標題 First report of Chinese wheat mosaic virus that Infects barley in Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plant Disease	6. 最初と最後の頁 2272 ~ 2272
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1094/PDIS-12-21-2803-PDN	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 Telengech, P., Shahi, S., Kondo, H. and Suzuki, N.	4. 巻 167
2. 論文標題 A novel deltapartitivirus from red clover	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Archives of Virology	6. 最初と最後の頁 1201-1204
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00705-022-05372-3	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 Nakagami, R., Chiba, S., Yoshida, N., Senoo, Y., Iketani-Saito, M., Iketani, S., Kondo, H., and Tamada, T.	4. 巻 71
2. 論文標題 Epidemic progress of beet necrotic yellow vein virus: evidence from an investigation in Japan spanning half a century	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plant Pathology	6. 最初と最後の頁 715-728
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ppa.13504	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 Niu, E., Ye, C., Luo, L., Kondo, H., Wu, Y., Chen, J., Andika, I.B.* and Sun, L.*	4. 巻 64
2. 論文標題 Coat protein of Chinese wheat mosaic virus upregulates and interacts with cytosolic glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase, a negative regulator of plant autophagy, to promote virus infection.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Integrative Plant Biology	6. 最初と最後の頁 1631-1645
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jipb.13313.	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 Fuji S, Mochizuki T, Okuda M, Tsuda S, Kagiwada S, Sekine, K, Ugaki M, Natsuaki K-T, Isogai M, Maoka T, Takeshita M, Yoshikawa M, Mise K, Sasaya T, Kondo H, Kubota K, Yamaji Y, Iwanami T, Ohshima K, Kobayashi K, Hataya T, Sano T, Suzuki N.	4. 巻 88
2. 論文標題 Plant Viruses Reported from Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of General Plant Pathology	6. 最初と最後の頁 105-127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10327-022-01051-y	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 Kondo, H., Fujita, M., Hisano, H., Hyodo, K., Andika, I.B., and Suzuki, N.	4. 巻 11
2. 論文標題 Virome analysis of aphid populations that infest the barley field: the discovery of two novel groups of nege/kita-like viruses and other novel RNA viruses	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Microbiology	6. 最初と最後の頁 509
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmicb.2020.00509	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 Tamada, T., Uchino, H., Kusume, T., Iketani Saito, M., Chiba, S., Andika, I. B., Kondo, H.	4. 巻 70
2. 論文標題 Pathogenetic roles of beet necrotic yellow vein virus RNA5 in the exacerbation of symptoms and yield reduction, development of scab like symptoms, and Rz1 resistance breaking in sugar beet.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant Pathology	6. 最初と最後の頁 219-232
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ppa.13266	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 Dietzgen, R. Bejerman, N.B., Goodin, M.M., Higgins, C.M., Huot, O. B. Kondo, H., Martin, L. M., Whitfield, A.E	4. 巻 281
2. 論文標題 Diversity and epidemiology of plant rhabdoviruses.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Virus Research	6. 最初と最後の頁 197942
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.virusres.2020.197942	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

〔学会発表〕 計8件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Kondo, H.
2. 発表標題 Cross-kingdom viral infection in agroecosystems.
3. 学会等名 38th IPSR International Symposium and 14th Symposium on Plant Stress Sciences. Kurashiki, Japan (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Telengech, P., Hyodo, K., Ichakawa, H., Kondo, H. and Suzuki, N
2. 発表標題 Replication of single partitiviruses in terrestrial members across three kingdoms, Fungi, Plantae and Animalia.
3. 学会等名 令和5年度日本植物病理学会大会 (厚木・オンライン開催)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Cornejo, C., Gaehwiler, S., Shamsi, W., Kondo, H., Suzuki, N., Rigling, D.
2. 発表標題 Fusagraviruses in Cryphonectria species
3. 学会等名 5th mycovirus symposium, Gargnano, Italy, May 30-June 2, 2022. (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 近藤秀樹・吉田直人・兵頭 究・久野 裕・玉田哲男・鈴木信弘
2. 発表標題 コムギに感染するベータフレキシ科の新規RNAウイルス
3. 学会等名 令和4年度 日本植物病理学会大会, 札幌(オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 近藤秀樹・藤田美貴・久野 裕・兵頭 究・鈴木信弘
2. 発表標題 オオムギ圃場に生息するアブラムシのウイルス叢解析
3. 学会等名 令和3年度日本植物病理学会大会(鳥根・オンライン開催)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 Ramos-Gonzalez, P.L., Kondo, H., Morozov, S., Vasilakis, N., Varsani, A., Cao, M. and Freitas-Astua, J. (Eds.)	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Frontiers in Plant Science	5. 総ページ数 778
3. 書名 The border between kitavirids and nege-like viruses: Tracking the evolutionary pace of plant and arthropod-infecting viruses	

1. 著者名 Kondo, H., Caston, J.R., Suzuki, N.	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Elsevier	5. 総ページ数 4103
3. 書名 Quadriviruses (Quadriviridae). Encyclopedia of Virology 4th Edition (vol 4, 642-647)	

1. 著者名 Sun, L., Kondo, H., Andika, I. B.	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Elsevier	5. 総ページ数 4103
3. 書名 Cross-Kingdom Virus Infection. Encyclopedia of Virology 4th Edition (vol 4, 443-449)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

岡山大学資源植物科学研究所 植物・微生物相互作用グループ http://www.rib.okayama-u.ac.jp/pmi/index-j.html

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	久野 裕 (Hisano Hiroshi) (70415454)	岡山大学・資源植物科学研究所・准教授 (15301)	

6. 研究組織（つづき）

	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	鈴木 信弘 (Suzuki Nobuhiro) (70206514)	岡山大学・資源植物科学研究所・教授 (15301)	
研究分担者	兵頭 究 (Hyodo Kiwamu) (80757881)	岡山大学・資源植物科学研究所・准教授 (15301)	

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			
中国	Qingdao Agricultural University	Northwest A&F University		
オーストラリア	The University of Queensland			
ブラジル	EMBRAPA			
チェコ	Mendel University			