

二国間交流事業 セミナー報告書

令和6年1月30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]
東京農工大学・大学院農学研究院
[職・氏名]
教授・仲井まどか
[課題番号]
JPJSBP 220233602

1. 事業名 相手国: ドイツ (振興会対応機関: DFG) とのセミナー

2. セミナー名

(和文) 減農薬に資する昆虫ウイルス研究の最前線と次世代研究者の育成

(英文) Frontiers of insect virus Research Contributing to Pesticide Reduction and Training
the Next Generation of Researchers

3. 開催期間 2023年9月4日 ～ 2023年9月9日 (6 日間)【延長前】 年 月 日 ～ 年 月 日 (日間)

4. 開催地(都市名)

東京

5. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Julius Kuhn Institute (JKI) ・ Senior Scientist ・ Joerg Wennmann Thomas6. 委託費総額(返還額を除く) 2,332,260 円

7. セミナー参加者数(代表者を含む)

	参加者数	うち、本委託費で渡航費または 日本滞在費を負担した場合*
日本側参加者等	16 名	0 名
相手国側参加者等	3 名	0 名

参加者リスト(様式 B2)の合計人数を記入してください。該当がない箇所は「0」または「-」を記入してください。

* 日本開催の場合は相手国側参加者等の日本での滞在費等を負担した場合、相手国開催の場合は日本側参加者等の渡航費を委託費で負担した場合に記入してください。

8. セミナーの概要・成果等

- (1) セミナー概要(セミナーの目的・実施状況。第三国からの参加者(基調・招待講演者等)が含まれる場合はその役割とセミナーへの効果を記載してください。関連行事(レセプション、見学(エクスカーション)その他会合(別経費の場合はその旨を明記。))などがあれば、それも記載してください。委託費総額の50%に相当する額を超える費目間流用については、その変更理由と費目の内訳を変更しても計画の遂行に支障がないと考えた理由を記載してください。)

セミナーの概要: 食料の安定供給を図るため、日本政府は「みどりの食料システム戦略」(以下、「みどりの戦略」)を2021年に策定した。これは、2050年までに化学農薬の使用量を50%低減させる、有機農業の耕作面積を25%に拡大する、などの数値目標を掲げた持続的な食料生産戦略である。欧州連合(EU)の策定した「Farm to Fork 戦略」(以下、「F2F 戦略」)も2030年までに同様の目標を実現することを目指している。しかし、どちらの政策も、化学合成農薬に替わる防除技術がなければ実現不可能である。化学合成農薬に替わる技術として、生物的防除(害虫の天敵を用いた防除技術)がある。しかし、化学合成農薬に比べて普及率が低く、天敵を用いた技術の確立には、さらなる基礎研究が必要である。本セミナーは、日本とドイツの両国が、共通の課題として害虫の天敵ウイルスであるバキュロウイルスを農薬として使用するための基礎的知見と応用技術について交流する。また、本分野に精通する高い技術とモチベーションを持つ次世代の研究者の育成を目的として実施された。

実施状況:

準備会1回目

7月1日から7月2日 名古屋大学生命科学研究科動物科学専攻資源昆虫研究室および名古屋大学大学院生命科学研究科付属フィールド科学教育研究センター設楽フィールド

参加人数 18 人

準備会2回目

8月21日から22日 名古屋大学生命科学研究科動物科学専攻資源昆虫研究室

参加人数 10 人

本会議

9/4(月) 東京農工大学府中キャンパス 学生研究発表

9/5(火) 東京農工大学府中キャンパス シンポジウム

参加人数 31 人

9/6(水) 山梨県のブドウ生産者およびワイナリー経営者との交流

9/7(木) 東京農工大学小金井キャンパスにおける研究者とのディスカッション

9/8(金) 埼玉県果樹園生産者と日産化学株式会社との交流および意見交換

整理会

12/27 から 28 日 京都大学 京都大学化学研究所バイオインフォマティクスセンター

参加人数 25 人

セミナーの成果:

2回の準備会、本会議、整理会を通して、昆虫ウイルスに関する研究を行なっている東京農工大学大学院農学府および連合農学研究科の学生 8 名、ポスドク1名、名古屋大学、東京大学、京都大学の3名の若手研究者が参加し、ドイツの研究者と交流することにより、本分野における研究推進の必要性を再認識し深い学術的議論を行うことができた。特に、参加学生が日本とドイツの若手研究者と交流することができたため、複数の参加学生が博士課程進学へのモチベーションをもつ機会となった。

また、相手国側代表者である Wennmann 博士が、2015 年に JSPS 外国人特別研究員であったことから、2024 年 1 月に外国人研究者再招へい事業(BRIDGE Fellowship Program)に応募するに至った。採択されれば、2024 年度中に、同氏は再来日し、次世代シーケンス法を用いた昆虫からのウイルス遺伝子塩基配列解析についてワークショップを開催し、学生および若手研究者の育成に関わる予定である。

さらに、本セミナーにより、国内の昆虫ウイルス研究者同士の協力関係が親密になった。2回の準備会、本会議、整理会を通してお互いの研究室を実際に訪問して交流が深まったこと、共通の問題意識を共有できたことから、科研費への共同での応募についての議論を行うことができた。

(2) 学術的価値(セミナーにより得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

化学合成農薬に代わる日独の害虫防除資材数は、現在のところ表に示す通りである。特に、歴史的に欧州では、1980 年代からリンゴの生産において問題となるコドリナ顆粒病ウイルス(CpGV)の資材化が進み、民間製造会社が発展したことからウイルス剤の製剤数は日本より多い。日本では、チャノキの重要害虫であるハマキガ類の顆粒病ウイルスが資材化されているのみである。一方、欧州では、CpGV 資材が上市された 20 年後に野外で抵抗性の害虫個体群が出現した。ドイツの相手国研究者らのグループは、この抵抗性機構の解明と責任遺伝子の特定に向けた研究を世界に先駆けて行っている。これまでのところ、ドイツの野外個体群には、3種類の抵抗性系統が存在することがわかっている。すなわち、遺伝様式を解析することにより、性染色体上に抵抗性遺伝子がある系統、常染色体上にある系統、性染色体と常染色体の両方にある系統の3種の抵抗性個体群が存在する。一方、日本で資材化されているハマキガ類の顆粒病ウイルスについては、代表者らの研究室において鹿児島県とつくば市の野外系統を用いて室内で選抜実験を行ったが抵抗性の発達は見られなかった。一方、つくば市で分離されたチャノコカクモンハマキ核多角体病ウイルス(AdhoNPV)を用いた選抜実験の結果、非選抜の系統に比べて40万倍以上の抵抗性比をもつ抵抗性系統を確立することができた。その抵抗性のしくみを調査したところ、ドイツの抵抗性個体群とは異なり、ウイルス粒子が消化管の細胞膜に結合、融合して侵入する過程が阻止されることにより抵抗性になっていること、さらに、ウイルス粒子を血体腔に直接注射しても抵抗性になることから、消化管を経ない抵抗性機構も存在することが明らかになった。この遺伝様式を調査したところ抵抗性遺伝子は、常染色体上に存

在することが示された。

このように、日本とドイツで発見された抵抗性個体群は、それぞれ異なるメカニズムおよび責任遺伝子によるものと考えられる。一方、バキュロウイルスの抵抗性のメカニズムには、共通のしくみが存在する可能性もあることから、今後、情報共有しながら共同研究を推進すること、実験手法や解析技術を共有することが、双方の研究発展に必要であることが示された。

表 化学合成農薬に代わる害虫防除資材の種数

	ドイツ	日本
天敵昆虫	~90	30
天敵微生物	26	19
ウイルス剤	7	1
フェロモン剤	9	15

(3) 相手国との交流(両国の研究者が協力してセミナーを開催することによって得られた成果)

日本とドイツは、共通の農薬使用量削減という政策を実現するために害虫防除技術の飛躍的向上が求められている。一般的に、生物的防除資材は化学合成農薬にくらべて抵抗性が発達しにくいといわれているが、上述の通り、欧州の野外にてバキュロウイルス抵抗性のリンゴ害虫の出現が JKI により報告された。また、農工大でも、ウイルス抵抗性の害虫個体群を人為的に作出し、ウイルス抵抗性メカニズムの解明を行っており、「ウイルスに対する昆虫の抵抗性機構の解明」という課題とその問題点を共有した。農工大と JKI を中心とした研究交流により、天敵ウイルスに関する研究力の加速化と最適な防除技術の確立に向けた新しい知見を得ることができた。

本セミナーの開催期間中に、日独研究者とともに日本のブドウとナシの生産地を訪れ、生産者と交流した。ドイツの研究者からは、「日本の農業生産現場を見るのは初めてであったが日本とドイツの果物栽培の違いと共通点を理解するのに役立った」ということだった。日本の顧客は「完璧な」果物を好み、細かい傷みを気にする一方、ドイツの顧客は、果物や野菜の見た目が完璧である必要はないということをより受け入れている。また、ドイツでは、減農薬を意識した栽培体系をとる生産者が少しずつ増えているが、日本ではまだ化学農薬に変わる防除手段が少ないことが課題であると思われた。

また、みどりの食料システム戦略についてドイツの研究者と議論するという内容で訪問を受け入れて頂いた日産化学株式会社生物科学研究所でも有意義な議論ができた。すなわち、この会社でも、化学合成農薬の開発のみならず「生物学的」な未来への挑戦に直面しているということだった。今後も生物的防除資材の開発に向けた研究を日本も他国と協力して進めていく必要があるということを再認識することができた。

(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)

日本における「みどりの戦略」は、経済と環境を両立させるという国際的な動きの中で策定されたものである。この世界の動きは、社会的に安全安心な食料生産、環境保全、地球温暖化、カーボンニュートラル等、待ったなしの世界的課題を解決する必要性を共通の認識としている。一方、日本と欧州は、それぞれ歴史的な基盤が異なり、社会的な農業の位置付けも異なる。先進国の中でも食料自給率の低い日本では、ただでさえ後継者が少なく、儲けが少ない農業という産業において、農薬使用の削減や有機農業の耕作面積拡大がどのように可能なのか、目標設定の 2050 年までにどのような技術の進歩が必要なのか、現段階では未知数である。そのため、EU における「F2F 戦略」をどのように可能にするのか、日本の農業関係者には目が離せない状況である。

本セミナーでも議論になったことであるが、日本の目標設定は、ドイツの 2030 年に比べて 20 年も先の 2050 年である。このことは、時間がある一方で、立案者はほぼ皆退職してしまうタイミングであり具体的な実現は、完全に次の世代に委ねてしまうことになる。今後、ドイツを含む欧州連合における取り組みを注視して、協力しながら実現に向けた研究を進めていく必要がある。

埼玉県の新井園（荒井果樹園）を訪問した際、J A さいたまの広報職員の取材を受け、2023 年 10 月号に記事として掲載された。同園では、外国人の訪問者が初めてであり、欧州における減農薬の現状について積極的に多くの質問を受け議論が盛り上がった。同園の園長は、海外の情報にも関心が高く、今回のようなドイツの研究者から学ぶ機会を得たことを喜んで頂けた。同園では、積極的に減農薬に取り組んでおり、このような減農薬に取り組む生産者を応援する具体的なしくみ作りが必要である。

(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)

ドイツ側代表者の Wennmnn 博士は、2015 年に JSPS 外国人特別研究員として東京農工大学で 10 ヶ月間研究を行った。Wennmnn 博士は、日本の文化を理解しながら、ドイツ国内のみならず世界的に第一線で活躍している気鋭の若手研究者である。Wennmnn 博士と研究代表者は、ドイツと日本の研究室が協力して学生を育てるしくみ作りについてこれまで議論を重ねてきた。本セミナーを通じて、両国の研究者と学生が一同に介して、減農薬と生物的防除に関する先端研究について意見交換することができた。

本セミナーには、日本とドイツから、若手研究者 6 名、学生 8 名が参加した。また、東京農工大学の学生を中心に日本の若手研究者や学生へ参加を広く呼びかけ開催した。日本では博士課程への進学者数が減っており、今後、研究者数が減少することは、日本の研究力の脆弱化に繋がりにんとしても食い止める必要がある。本セミナーは、生物的防除に関する研究の将来性と世界的な必要性を認識する機会を提供した。そのため、本分野を牽引する若手研究者の養成に貢献することができた。また、日本の若手研究者が、ドイツの研究者と交流できたため、今後、共通の問題意識をもつ次世代研究者同士のネットワークを強固にすることができた。

(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)

昆虫ウイルスの一種であるバキュロウイルスは、化学合成農薬に替わる生物防除資材として世界中で使用されている。本セミナーでは、バキュロウイルスを害虫防除資材として用いる際の抵抗性発達の問題、防除技術の普及方法、バキュロウイルスの進化戦略の解明など応用と基礎の両側面から日本とドイツの研究者が会して議論した。バキュロウイルスは、これまで生物防除資材として研究されてきたが、1990年代頃をピークにアメリカ合衆国ではバキュロウイルスを研究対象とする研究者が減っている。これは、バキュロウイルスを生物防除資材として用いるための研究はある程度終わったということを意味する。一方、バキュロウイルス自体の基礎的な理解はまだ多くの謎を残している。例えば、バキュロウイルスの感染機構についてもどのように消化管から血液中にウイルスが移行するのか、宿主昆虫の免疫機構をどのように掻い潜るのか。また、感染末期に感染虫が樹上に登って致死する現象があるが、どのように宿主昆虫の行動を操作するのか、等、わかっていないことが多い。バキュロウイルスは、100個以上の遺伝子をゲノムにコードしているがその半分近くの遺伝子の機能はわかっていない。本セミナーでは、バキュロウイルスの学術的な理解について研究を推進することにより、昆虫を制御するウイルスの戦略から、全く新しい害虫制御方法が見つかるのではないか、という結論に到達した。そのために必要な人的ネットワークの構築ができたことも、本セミナーの成果の一つと言える。

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

本会議後に、農林水産省より受託研究として本セミナーに則した課題の公募「戦略的国際共同研究推進委託事業のうち二国間国際共同研究事業（ドイツとの共同研究分野）」があり、2023年10月中に相手側研究者とともに応募し採択された。このプロジェクトでは、日本とドイツの両国が保有しているウイルス抵抗性昆虫の系統をそれぞれ用いて、昆虫がバキュロウイルスに対してどのように抵抗性を獲得したのか、また、その原因遺伝子の特定を共同で解明する計画である。