

# 先端的な物理手法と 未利用の生物機能を駆使した 害虫被害ゼロ農業の実現

プロジェクトマネージャー（PM）：日本 典秀  
国立大学法人京都大学 教授

研究期間：2020年度～2024年度

**キーワード：** 青色半導体レーザー、天敵利用技術、共生微生物、新たなIPM

## 研究背景と達成目標

### プロジェクトの背景と必要性

化学合成した農薬の使用は、害虫による薬剤抵抗性の獲得や、農薬散布の重労働、環境への悪影響などから見直すべき時期に来ており、化学農薬に依存しない新たな総合的害虫管理（IPM）技術への転換が求められています。



### 技術開発目標

2030年までに、青色半導体レーザーによる殺虫技術、高い防除効果を発揮する天敵系統の育種や行動制御、昆虫の体内に共生する微生物を用いた害虫密度抑制といった画期的な防除技術を組み合わせ、化学農薬に依存しない害虫防除技術のプロトタイプを開発します。

## 主な研究成果

- ① 不規則に飛翔する害虫を検知・追尾し、飛翔経路をAIによって予測して青色半導体レーザーによって撃墜する一連の自動狙撃技術・装置を開発しました。高速処理化により命中률을80%に向上させ、圃場レベルで狙撃を実証しました。
- ② 選抜育種により定着性に優れた天敵タイリクヒメハナカメムシの新規系統を作出し、圃場レベルで害虫防除効果が従来系統より格段に高いことを実証しました。また、ゲノム情報を用いた遺伝子解析により関連遺伝子を解明しました。
- ③ 昆虫培養細胞を用いた共生微生物の培養技術と、それを昆虫に移植する技術を世界で初めて開発しました。また、共生微生物の感染により子孫が残せない現象を利用し、害虫密度が低減できることを室内試験で明らかにしました。

### 【具体的成果】

#### 青色半導体レーザーによる害虫狙撃装置を開発

不規則に飛翔する害虫を検知・追尾し、AIを駆使して0.03秒後の位置を予測して青色半導体レーザーで狙撃・撃墜する一連の技術を開発しました。実際に圃場で飛翔する害虫を、夜間でも狙撃することに成功しました。

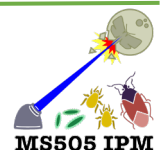


#### すぐにあきらめない天敵を育種

害虫を食べて殺す天敵は減農薬の切り札ですが、餌が少ないと餓死したり逃亡したりする問題がありました。そこで最新のゲノム情報をもとに、長時間餌を探索する「すぐにあきらめない」系統を選抜し、圃場での高い防除効果を実証しました。



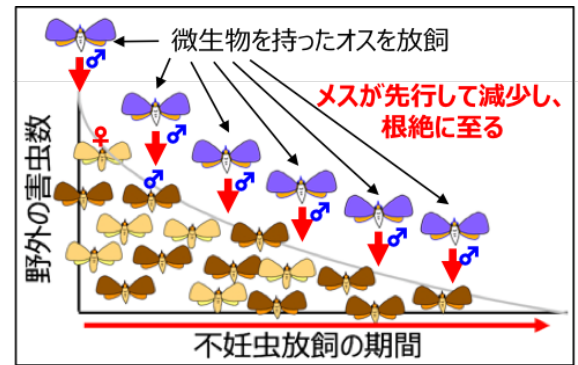
連絡先：害虫被害ゼロコンソーシアム PM 日本典秀  
E-mail: pm@ms505ipm.halfmoon.jp



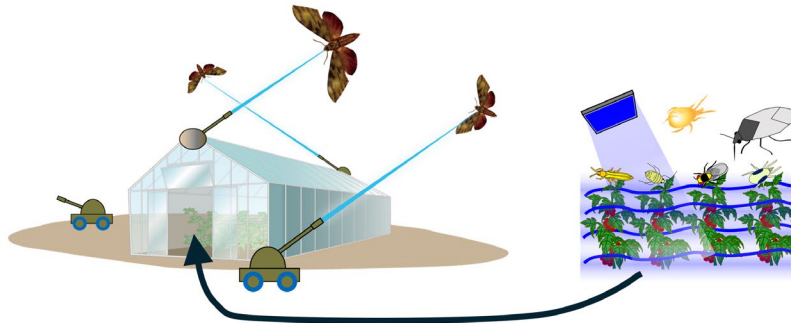
## 【具体的成果】

**共生微生物による害虫密度低減**

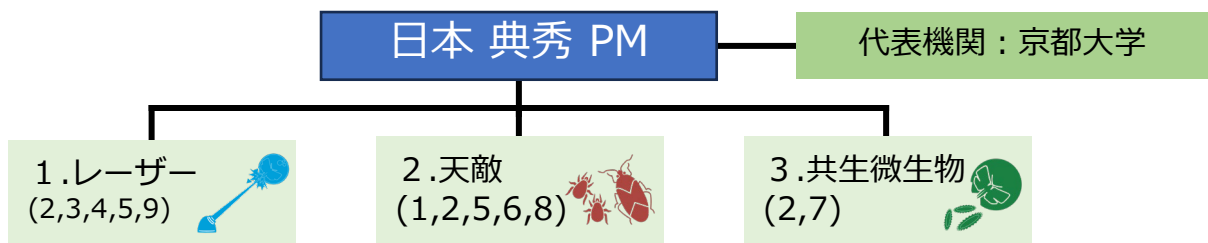
多くの昆虫には、生殖や性決定をコントロールするボルバキアなどの微生物が共生し、組み合わせによっては交尾しても子孫を残せない「細胞質不和合」という現象が起こります。これを利用し、人為的に共生微生物を導入したオスを放飼することで、害虫密度が低減できることを室内試験で実証しました。

**今後の研究の展開方向**

開発したレーザー狙撃装置の小型化を実現し、移動ロボットに搭載可能なプロトタイプを開発します。また、「すぐにあきらめない」天敵の圃場実証を継続し、農薬登録・販売を目指します。共生微生物のストックを充実し、圃場でのより効果的な害虫密度低減を目指します。

**ありたい姿**

2050年までに、化学農薬に依存しない害虫防除技術体系を開発し、消費者・生産者・環境すべてにやさしい害虫防除技術を開発し、害虫被害ゼロ農業を実現します。

**プロジェクト内の研究開発テーマ構成****<研究担当機関>**

(1)京都大学/ (2)農業・食品産業技術総合研究機構/ (3)東北大学/ (4)大阪大学/  
(5)東京農工大学/ (6)摂南大学/ (7)東京慈恵会医科大学/ (8)東京農業大学/ (9)JA全農

# Realization of zero pest damage agriculture by fully utilizing advanced physical methods and unused biological functions

Project Manager (PM): Norihide Hinomoto  
Professor, Kyoto University

Project Year: FY2020~FY2024

**Keyword :** Blue semiconductor laser, natural enemy utilization technology, symbiotic microorganisms, new IPM

## Background and Goals

### Project Background and Rationale

The use of chemically synthesized pesticides is being reassessed due to issues such as the development of pesticide resistance in pests, the labor-intensive nature of pesticide application, and negative environmental impacts. A shift toward new integrated pest management (IPM) technologies that do not rely on chemical pesticides is urgently needed.

### Technology Development Goals

By 2030, we aim to develop a prototype pest control system that does not rely on chemical pesticides by integrating groundbreaking technologies such as pest-killing with blue semiconductor lasers, breeding and behavioral control of highly effective natural enemies, and suppression of pest populations using symbiotic microorganisms residing within insect hosts.



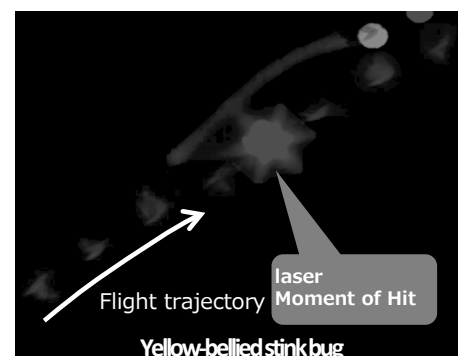
## Key Research Achievements

- (1) We developed an automated laser-based pest control system capable of detecting and tracking erratically flying insects, predicting their flight paths using AI, and shooting them down with blue semiconductor lasers. By accelerating the processing speed, we achieved an 80% hit rate and successfully demonstrated the system at the field level.
- (2) Through selective breeding, we developed a new strain of the predatory bug *Orius strigicollis* with superior field establishment. Field trials confirmed that this strain provides significantly higher pest control efficacy than conventional strains. We also identified related genes through genome-based genetic analysis.
- (3) We became the first in the world to establish a technique for culturing symbiotic microorganisms using insect cell lines and transferring them into live insects. Laboratory tests showed that infection with these microorganisms can suppress pest populations by inducing reproductive incompatibility, thereby reducing the number of offspring.

### [Detailed Achievements]

#### Development of a pest-targeting device using blue semiconductor lasers

We developed an integrated technology that detects and tracks erratically flying pests, predicts their position 0.03 seconds ahead using AI, and shoots them down with a blue semiconductor laser. Successful field demonstrations confirmed that the system can accurately target pests even at night.



## [Detailed Achievements]

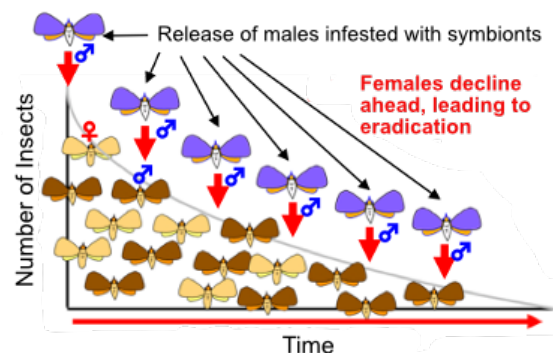
### **Breeding natural enemies that don't easily give up**

Predatory insects that kill pests are key to reducing pesticide use, but they often starve or leave the field when prey is scarce. To address this, we used advanced genomic information to selectively breed a "persistent" strain that continues searching for prey over extended periods. Field trials demonstrated its superior pest control performance.



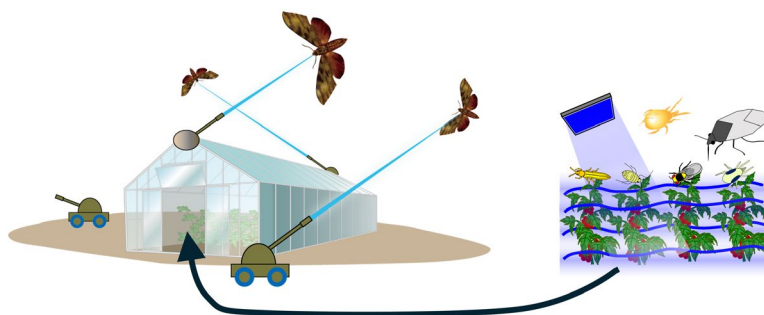
### **Using Symbiotic Microorganisms to Suppress Pest Populations**

Many insects harbor symbiotic microorganisms, such as *Wolbachia*, that influence reproduction and sex determination. Certain combinations can lead to "cytoplasmic incompatibility," a phenomenon in which mating does not produce offspring. Leveraging this mechanism, we conducted laboratory trials demonstrating that releasing males artificially infected with symbiotic microbes can effectively reduce pest population density.



### **Future Directions**

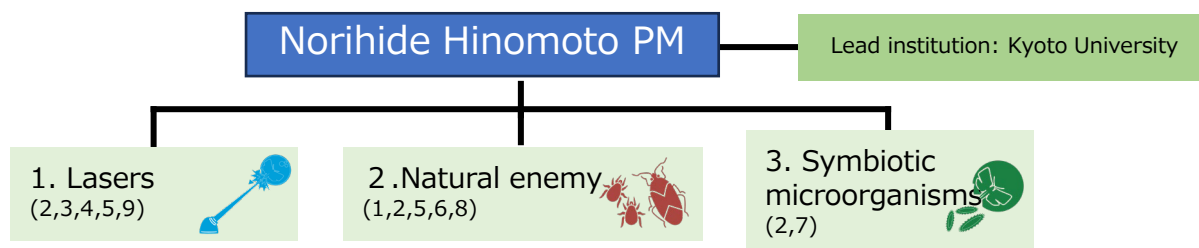
We will miniaturize the developed laser-shooting device and develop a prototype that can be mounted on mobile robots. Field validation of the "persistent" natural enemy will continue, aiming for pesticide registration and commercialization. We will also expand our stock of symbiotic microorganisms to enhance pest population suppression in field applications.



### **What We Aspire To**

By 2050, we aim to establish a pesticide-free pest management system that is safe for consumers, beneficial for producers, and environmentally friendly—ultimately achieving zero pest damage in agriculture.

### **Research Themes and Structure**



## <Research Institutes>

(1) Kyoto University / (2) National Agriculture and Food Research Organization / (3) Tohoku University / (4) Osaka University / (5) Tokyo University of Agriculture and Technology / (6) Setsunan University / (7) Jikei University School of Medicine / (8) Tokyo University of Agriculture / (9) JA Zen-Noh /