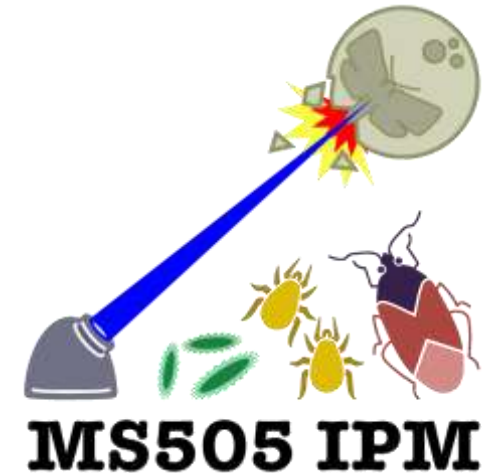


先端的な物理手法と未利用の生物機能を駆使した 害虫被害ゼロ農業の実現

日本 典秀（京都大学大学院農学研究科）

参画機関 農研機構 植物防疫研究部門
農研機構 農業情報研究センター
農研機構 生物機能利用研究部門
東北大学大学院農学研究科
大阪大学レーザー科学研究所
東京農工大学
摂南大学農学部
東京慈恵会医科大学
東京農業大学
JA全農
宮城県農業・園芸総合研究所
静岡県農林技術研究所



本研究は内閣府ムーンショット型農林水産研究
開発事業（管理人:生研支援センター）
体系的番号JPJ009237によって実施中です。

ムーンショット事業とは



ムーンショット型研究開発制度は、我が国発の破壊的イノベーションの創出を目指し、従来技術の延長にない、より大胆な発想に基づく挑戦的な研究開発（ムーンショット）を推進する国の大型研究プログラムです。

ムーンショット 目標5

2050年までに、未利用の生物機能等のフル活用により、地球規模でムリ・ムダのない持続的な食料供給産業を創出

90億人がおいしく食べ続けられる社会を創る

— 自然を資本に地球規模の新事業を創出 —

- 食料供給の拡大と地球環境保全を両立する食料生産システム
- 食品ロスゼロを目指す食料消費システム

モノカルチャーによる生物多様性の喪失

これまでは、集約的農業による農業生産の向上が目指されてきたが...



生物多様性の喪失と環境破壊は、いつまでも続けるわけにはいかない。

農薬に頼りたくない理由

- 他の生物への影響
- 害虫における抵抗性の発達
- 授粉昆虫の利用
- 労働軽減
- 家族労働から企業経営へ

生産者目線での
技術開発

殺虫剤使用の問題と他の手法への転換の必要性

現状：殺虫剤による防除と限界

- ・日本では1920年代から農薬使用開始
- ・1960年代以降、害虫防除の主体は殺虫剤



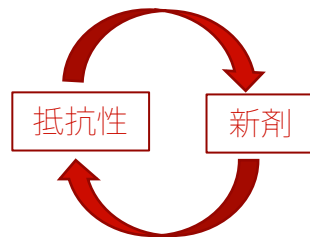
メリット

- ・安価
- ・誰でも同じ効果

デメリット

- ・抵抗性発達
- ・開発コスト増大
- ・環境に対する悪影響
- ・健康被害

終わらない
「いたちごっこ」



3-4年で抵抗性が
発達することも

新剤開発数は
年々減少

目標：持続的な防除法への転換

これまでの約100年にわたる
化学農薬主体の防除法からの脱却

これまでにない

- ・抵抗性発達が起らない技術
- ・誰でも、どこでも、いつでも
使える技術

が求められる

つまり

- ・害虫を寄せ付けない
- ・圃場内の害虫を確実に殺虫
- ・侵入害虫の根絶を可能にする

技術

プロジェクト計画のポイント

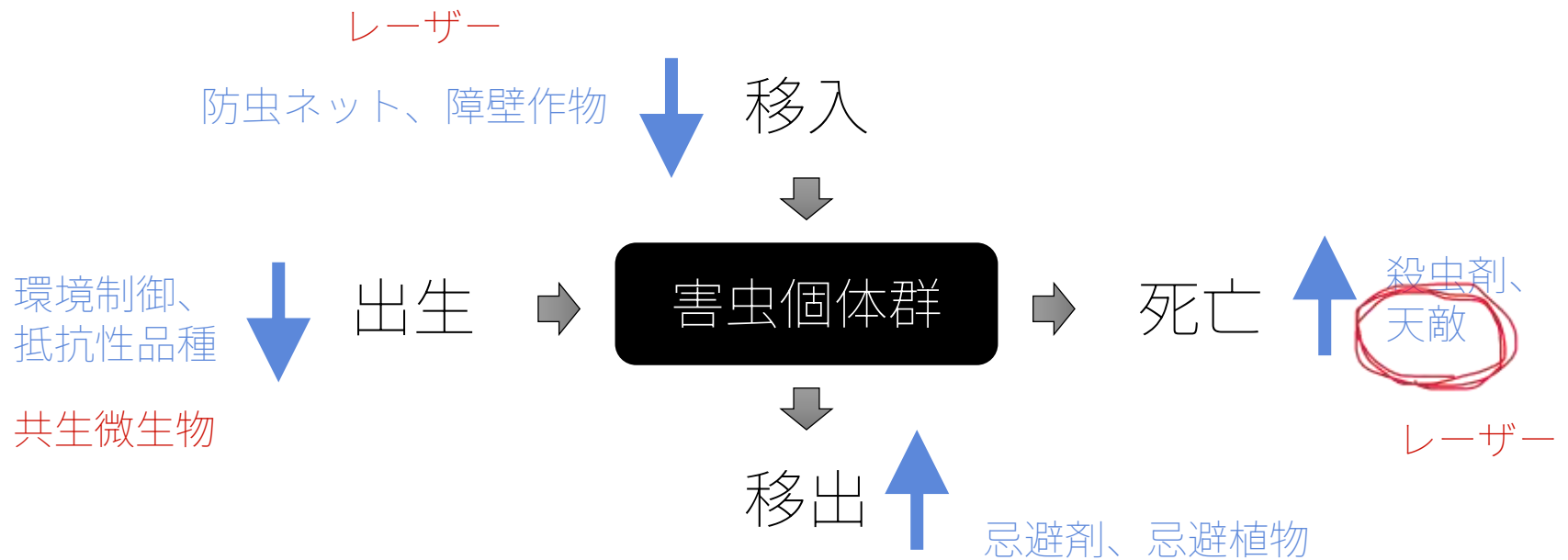
- 現状
 - ・ 農業害虫防除では、圧倒的に化学農薬に依存
 - ・ しかし、害虫に抵抗性が発達→新規薬剤の開発のサイクルに限界
 - ・ 化学農薬の環境・生物多様性への悪影響の懸念
- 本プロジェクトの内容（**2020–2024**）
 - ・ 先端的物理手法の開発：レーザーによる防除技術
 - ・ 未利用の生物機能の利用：天敵機能の強化、共生微生物の利用
- 事業化の推進（**2025–2029**）
 - ・ 物理的防除資材・天敵資材の社会実装・事業化
 - ・ 開発した技術の生産現場への展開

施設



露地

害虫管理



IPM

プロジェクト全体概要

問題点

殺虫剤主体の害虫防除

開発コスト

- ・すぐに抵抗性が発達
- ・新材開発が追いつかない

作業コスト

- ・頻繁な農薬散布
- ・大規模農業への障害

環境影響

- ・生物多様性への懸念

開発方向

化学農薬に依存しない 革新的な防除法の開発

先端的な物理手法 + 未利用の生物機能

- ・レーザー
- ・音波、振動
- ・共生微生物
- ・オールマイティ天敵

2050年

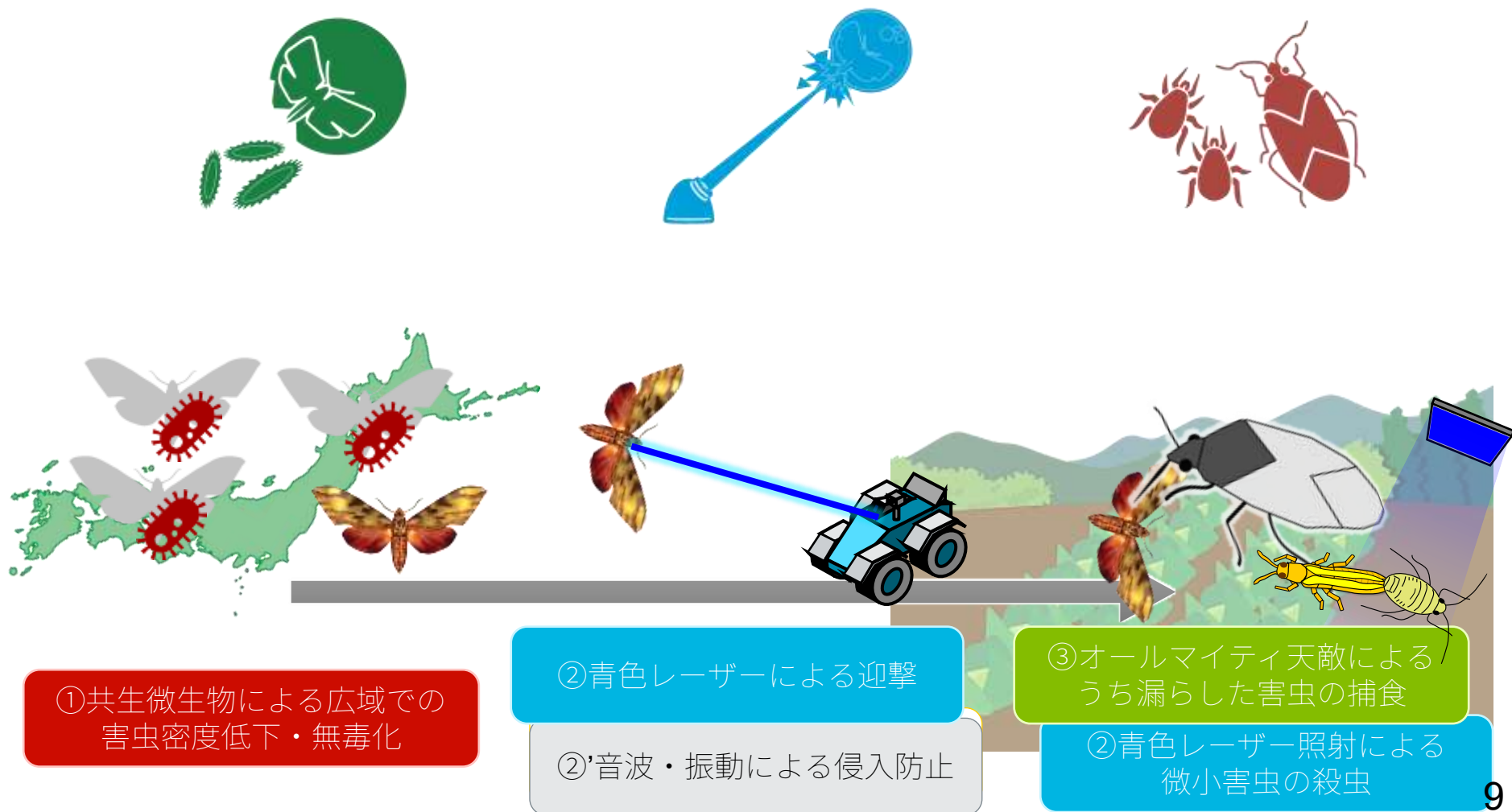
害虫被害ゼロ農業 の実現

- ・防除のことを考えずに済む農業体系
- ・食料供給の拡大と地球環境保全の両立



プロジェクト全体概要

3つのステップで化学農薬に依存せず害虫防除

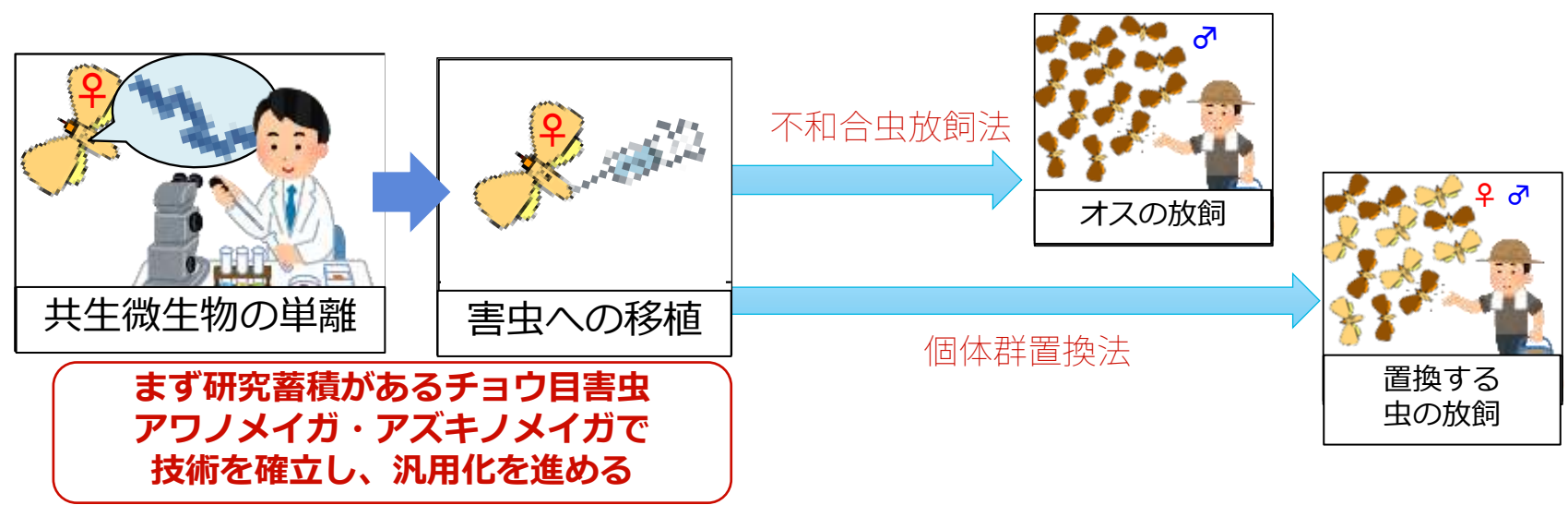


共生微生物を用いた不和合虫放飼法の開発



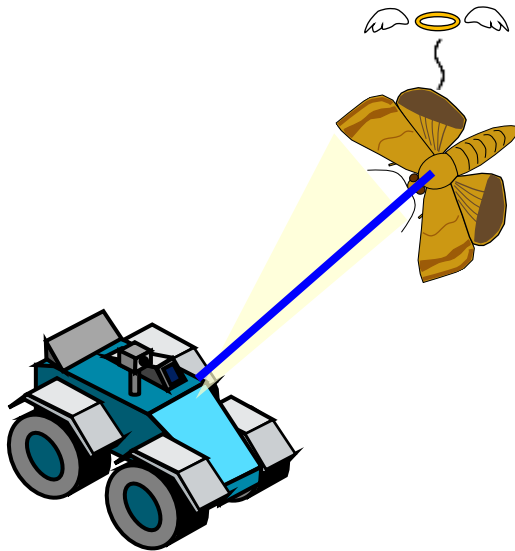
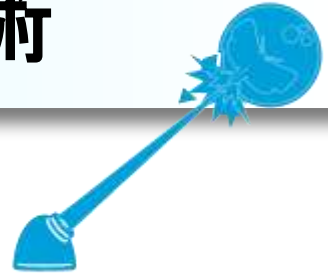
未利用だった共生微生物を利用した画期的防除法

- 昆虫の生殖を操作する共生微生物を利用した全く**新しい害虫根絶技術を開発**（**不和合虫放飼法**）
- 微生物が**病害ウイルスの媒介**を阻害する働き等を利用して、
世界初の画期的な病害媒介虫無害化技術・益虫強化技術を開発（**個体群置換法**）



青色レーザーによる害虫追尾・狙撃技術

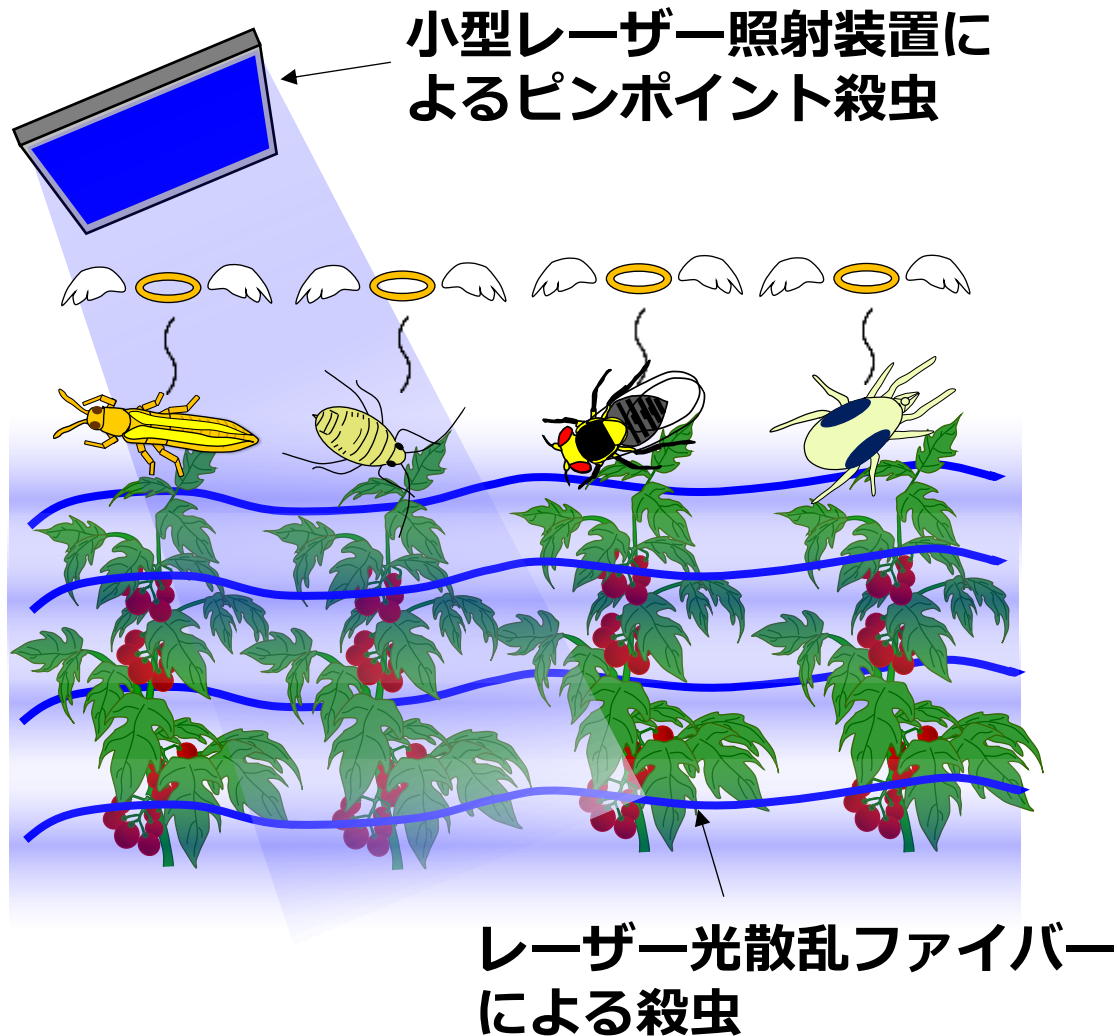
- 低出力
- 対象種のみを認識
- 弱点をピンポイントで狙撃



対象害虫：

チョウ目、カメムシ目など、
比較的大型の飛翔害虫

微小害虫を青色LDの拡散光照射で殺虫



天敵利用における問題点の一例



- 餌（＝害虫）が居ないと定着しない

（既存の解決法）

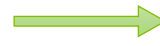
代替餌を用いた「バンカー法」



行動制御が難しい

捕食性昆虫での実用化は少ない

飛ばない系統の育種



育種に時間がかかる

次世代は広がってほしい

- 複数の害虫に、それぞれ天敵を用いなくてはならない
- 害虫のほうが低温に強く、春先に害虫が先に出現

（既存の解決法）

化学農薬との併用



結局は化学農薬依存

天敵を使いこなすには、経験と技が必要

有用天敵系統の育種に成功



「**すぐにあきらめない**」性質を持つ系統を育成し、有効性を検証



タイリクヒメハナカメムシ
(体長2mmほど)

難防除害虫アザミウマの天敵

2001年に天敵農薬として登録、販売開始

分散能力が高く、逃亡や飢餓による死亡で、
放飼後の定着が不安定

表現型選抜、関連遺伝子の探索、マーカー育種へ



【工程1 表現型の選抜】

A：有用形質を選抜
B：非選抜系統

特許出願済み

「活動安定化生物的防除用
天敵の選抜方法」

農研機構：2022/11/25出願



【工程2 RNA-seq】

次世代シーケンサーによる
トランスクリプトーム解析
→候補遺伝子を絞り込み



【工程3 RNAi】

遺伝子の発現を抑制し、
表現型を確認
→遺伝マーカー作成



【工程4 マーカー育種】

- ・実験室内での生態パラメータの調査
- ・圃場での放飼試験で実証

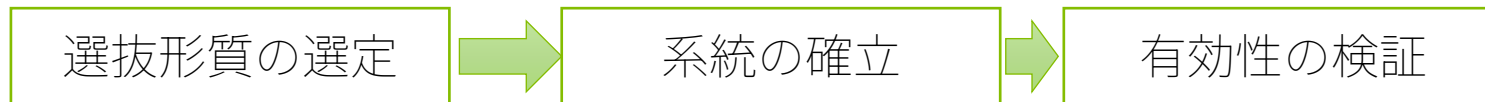
従来の育種とゲノム育種



従来の天敵育種



ゲノム育種



すぐにできる！
色々試せる！

天敵育種の加速化

RNA干渉やゲノム編集で見えてくるもの



- 新たな系統の育種
 - ゲノム編集天敵
 - 遺伝子を特定したマーカー育種
- 天敵の遺伝子機能の解明
 - 天敵の行動制御

そして、天敵の行動制御へ



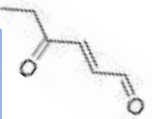
天敵の行動決定には匂い情報が関与している



誘引



害虫の匂い



植食者誘導性
植物揮発性物質



植物の匂い

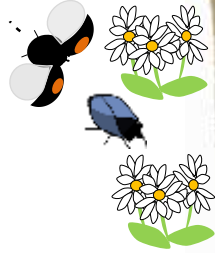
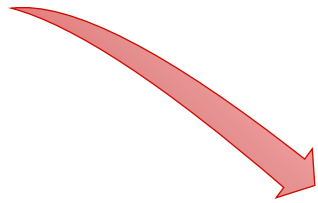


匂いの受容から行動にいたるメカニズムを理解することで行動制御できるのでは？

土着天敵のコントロールによる露地作物での天敵利用

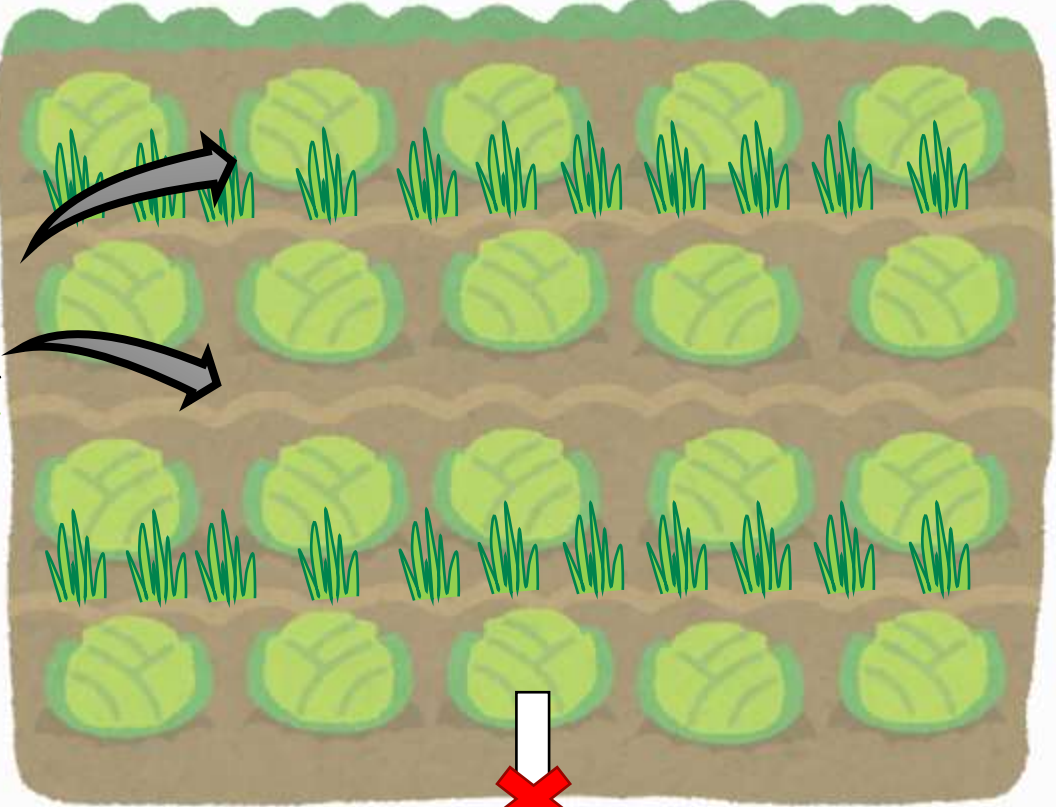


土着天敵を圃場外から誘引・増殖



天敵温存植物

天敵温存植物から圃場内への分散促進



圃場外への分散を抑制

いつでもどこでも誰にでも使えるオールマイティ天敵



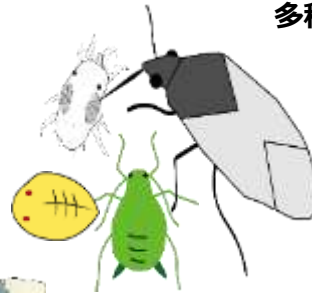
ゲノム編集
RNAi



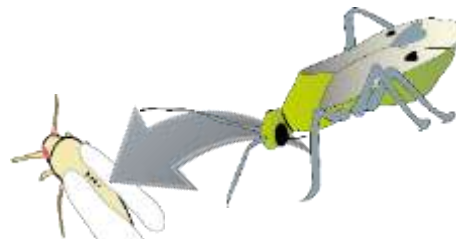
大食い



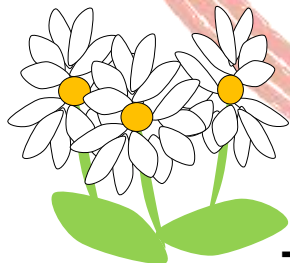
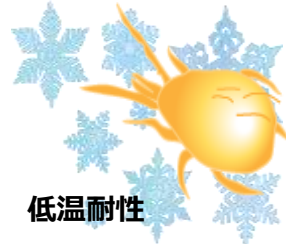
多種害虫に対応



素早い移動・攻撃



低温耐性

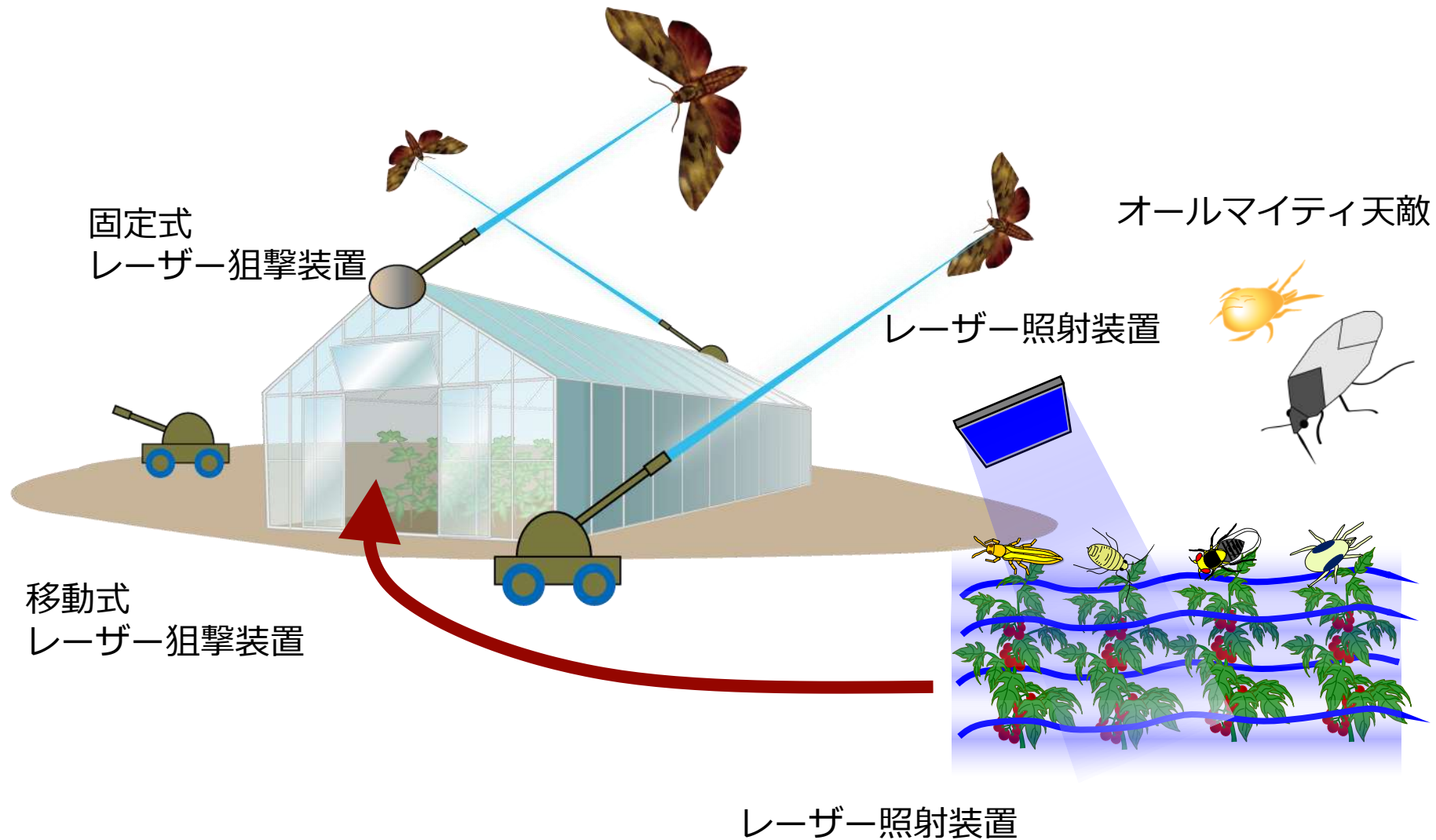


天敵温存植物の利用



情報化学物質による
行動制御

社会実装のイメージ：まずは施設から



3段階での害虫防除で害虫被害ゼロ農業の実現

2050年

- ・生産者が防除のことを考えずにすむ農業体系
- ・食料供給の拡大と地球環境保全の両立

生物多様性と農業生産の両立



生態系の再構築

