

スマート農業における害虫駆除ドローン(実例 1)を題材に、生成 AI と TRIZ の手法を組み合わせた発明創出プロセスにおける、人間と AI の間の仮想的なやり取りの例を以下に示します。

仮想対話例: AI-TRIZ によるスマート農業用害虫駆除ドローンの発明

ユーザー:

こんにちは。現在、特定の農作物(例えばトウモロコシ)に大きな被害を与えている害虫(特定の蛾の幼虫)の駆除について、より効率的で環境負荷の少ない方法を探しています。広範囲への農薬散布は、コストがかかるだけでなく、益虫や周辺環境への影響も大きいので避けたいです。ドローンを使ったピンポイントでの駆除ができないかと考えています。

この課題に対し、TRIZ の手法とあなたの AI としての能力を組み合わせ、何か新しい解決策のアイデアを生み出す手伝いをしてもらえますか？

生成 AI:

こんにちは。承知いたしました。トウモロコシを加害する特定の害虫を、環境負荷を抑えつつ効率的に駆除するドローンシステムの開発ですね。TRIZ の体系的なアプローチ 1 と私の情報処理能力 3 を活用して、アイデア創出をお手伝いします。

まず、問題をより深く理解するために、いくつか情報を整理させていただきますか？

1. 対象となる害虫の生態(例:発生時期、活動時間帯、食害する部位など)について、もう少し詳しく教えていただけますか？
2. 圃場の規模や地形、周辺環境(例:隣接する作物、水源からの距離など)について、特筆すべき点がありますか？
3. 現在試されている駆除方法や、その効果と問題点は具体的にどのようなものでしょうか？
4. 「環境負荷の低減」について、特に重視する点(例:使用する薬剤の種類制限、散布量の削減率目標、益虫保護など)はありますか？

これらの情報を基に、関連技術(害虫の生態、ドローン技術⁹²、AI による画像認識⁸⁹、精密農業⁹⁴、環境影響評価など)に関する最新情報を調査・分析し、問題の核心に迫ります⁴⁵。

ユーザー:

ありがとうございます。

1. 害虫は夜行性で、主にトウモロコシの穂や茎の内部を食害します。幼虫の段階で発見し駆除することが重要です。
2. 圃場は比較的平坦で広大(数十ヘクタール)です。周辺には他の作物の畑もあります。
3. 現在は広範囲への殺虫剤散布を行っていますが、効果にムラがあり、薬剤コストと環境への影響(特にミツバチなどの益虫への影響)が大きいです。
4. 薬剤使用量を大幅に削減(例えば 50%以上)し、益虫への影響を最小限に抑えることを重視します。

生成 AI:

詳細な情報、ありがとうございます。課題の核心は、「害虫を効果的に駆除するために、作用の強さや範囲(力や作用の範囲)を確保したい」一方で、「環境負荷やコスト、益虫への影響(作用の有害な要因や物質の損失)を最小限に抑えたい」という点にあると理解しました。これは TRIZ における典型的な「技術的矛盾」と言えますね 2。

この矛盾を TRIZ の標準パラメータ ¹ にマッピングすると、例えば「改善したいパラメータ: #10 力 (Force)(殺虫効果)」に対して「悪化するパラメータ: #31 作用の有害な要因 (Object-Generated Harmful Factors)(環境負荷、益虫への影響)」という組み合わせが考えられます。この矛盾の定義でよろしいでしょうか？

ユーザー:

はい、その矛盾の定義(#10 力 vs #31 作用の有害な要因)で進めてください。的確だと思います。

それでは、この矛盾を解決するために、TRIZ の 40 の発明原理 ¹ の中で、どのような原理が有効と考えられますか？ 候補をいくつか提案してください。

生成 AI:

承知いたしました。矛盾「#10 力 vs #31 作用の有害な要因」を解決するために、TRIZ の矛盾マトリクス ¹ および関連知識ベースから推奨される発明原理の候補は以下の通りです 18。

- **#3 局所的性質 (Local Quality):** システムの各部分を異なる条件にする、または各部分に異なる機能を持たせる。害虫がいる場所だけにピンポイントで作用させる応用が考えられます。
- **#1 分割 (Segmentation):** 対象物を独立した部分に分割する、または細分化する。農薬散布を広範囲ではなく、必要な微小領域に分割して行う応用が考えられます。
- **#2 分離・抽出 (Taking Out/Extraction):** 対象物から必要な部分だけを取り出す、または有害な部分を取り除く。害虫だけを識別して物理的に除去する、あるいは環境に影響の少ない有効成分だけを利用する応用が考えられます。
- **#25 セルフサービス (Self-service):** 対象物自身に補助的な機能を行わせる、または自己修復させる。ドローンが自律的に害虫を検知し、判断し、対処する応用が考えられます。
- **#28 力学系の置換 (Mechanics Substitution):** 機械的なシステムを、光学、音響、熱、嗅覚などの非機械的なシステムに置き換える。農薬散布の代わりに、センサー(カメラなど)による検知や、物理的な除去手段(レーザーなど)を用いる応用が考えられます。
- **#32 色の変化 (Color Changes):** 対象物やその周囲の色を変える、または透明度を変える。AI 画像認識⁸⁹を利用して害虫を識別する際に、特定の波長を利用するなど、視覚情報の活用が考えられます。

これらの原理が、環境負荷を抑えつつ害虫駆除効果を高めるためのヒントになる可能性があります。

ユーザー:

提案ありがとうございます。特に「#3 局所的性質」、「#1 分割」、「#25 セルフサービス」の考え方が、今回の目的である「ピンポイントでの効率的な駆除」と「自律化」に合致しているように感じます。

これらの原理を活用して、具体的な害虫駆除ドローンシステムのアイデアをいくつか生成していただけますか？

生成 AI:

承知いたしました。発明原理「#3 局所的性質」、「#1 分割」、「#25 セルフサービス」に基づき、環境負荷を最小限に抑えつつ特定の害虫を効率的に駆除するドローンシステムのアイデアをいくつか生成します 17。

1. 【アイデア 1: AI 画像認識+ピンポイント・マイクロ散布ドローン(局所的性質+分割)】

- 高解像度カメラ(場合によっては夜間撮影可能な赤外線カメラ等)と AI 画像認識システム⁸⁹を搭載したドローンが圃場を飛行します。
- AI は学習データに基づき、対象の害虫(幼虫)やその食害痕をリアルタイムで識別します。
- 害虫が識別された場合、ドローンはその位置情報を特定し、搭載された精密ノズルを用いて、害虫またはその直下の植物部位に、極めて少量の殺虫剤(または生物農薬)をマイクロドロップレットで直接噴霧します⁹³。これにより、薬剤の飛散を最小限に抑え、総使用量を大幅に削減します。

2. 【アイデア 2: 自律型・協調型 害虫検出・駆除ドローン群(セルフサービス+分割+局所的性質)】

- 複数の小型ドローンが群れ(スウォーム)として連携し、広大な圃場を分担して自律的にパトロールします。
- 各ドローンは AI による害虫検出機能⁸⁹を持ち、害虫を発見するとその情報を共有します。
- 検出情報に基づき、駆除担当のドローン(または検出ドローン自身)が現場に急行し、アイデア 1 と同様のピンポイント散布、あるいはレーザー照射や物理的捕獲などの代替手段で局所的に駆除を行います。ドローン群全体で圃場の状況を常に把握し、最適な駆除戦略を自律的に実行します⁹²。

3. 【アイデア 3: 早期食害痕検知+予防散布ドローン(局所的性質+先行作用)】

- マルチスペクトルカメラなどを搭載したドローンが圃場を定期的にスキャンし、害虫による初期の食害痕(植物の微細な変色やストレス反応)を AI が検知します⁹³。
- AI は食害痕のパターンから害虫の種類と初期の発生箇所を特定します。
- 本格的な被害が広がる前に、その発生箇所周辺の限定された範囲にのみ、予防的に低濃度の薬剤や忌避剤を散布します。これにより、被害の拡大を未然に防ぎつつ、薬剤使用量を抑制します。

これらのアイデアは、ドローンの機動性、AI の認識・判断能力、そして TRIZ の発明原理を組み合わせることで、効率性、環境配慮、コスト削減の両立を目指すものです。

ユーザー:

具体的なアイデアをありがとうございます。アイデア 1 の「AI 画像認識+ピンポイント・マイクロ散布ドローン」が、現状の技術レベルやコストを考えると、最も実現可能性が高く、かつ効果も期待できそうに感じます。AI による害虫識別の精度 89 や、夜間飛行の実現、微量散布技術の確立など、開発すべき要素は多いですが、非常に有望な方向性だと思います。

今回の AI-TRIZ によるアイデア出しは、課題整理から具体的な解決策の方向性を見出す上で、大変参考になりました。
