

本要素技術では、「平成30年度病害虫の防除に直結する発生予察体系への転換委託事業」にて作成された“病害虫調査データ収集アプリケーション”を活用して、要素技術1及び要素技術2にて収集する情報を集計し、従来の紙媒体を用いた情報発信に対して、新たな情報の発信方法について検討した。特に、本年度はアプリケーションの普及を目指し、特定の防除所をモデルとしたアプリケーション活用事例モデルを作成し、アプリケーションを防除所で活用するための要件を定めるとともに、事業終了後のアプリケーションの普及拡大を目指した。

i. 研究方法

-
- ```

graph LR
 A[調査データ] -- XLS --> B[PC版アプリ
過去データ取込]
 B --> C[統計データ出力
※表・グラフ表示]
 B --> D[現況報告作成
※平年値に利用]

```
- 調査データ
- XLS
- PC版アプリ  
過去データ取込
- 統計データ出力  
※表・グラフ表示
- 現況報告作成  
※平年値に利用

[illegible]

37

- マスターデータの統廃合  
 農作物名、病害虫名など複数に分かれていたマスターデータを統合して登録の簡便化や視認性を向上させた。

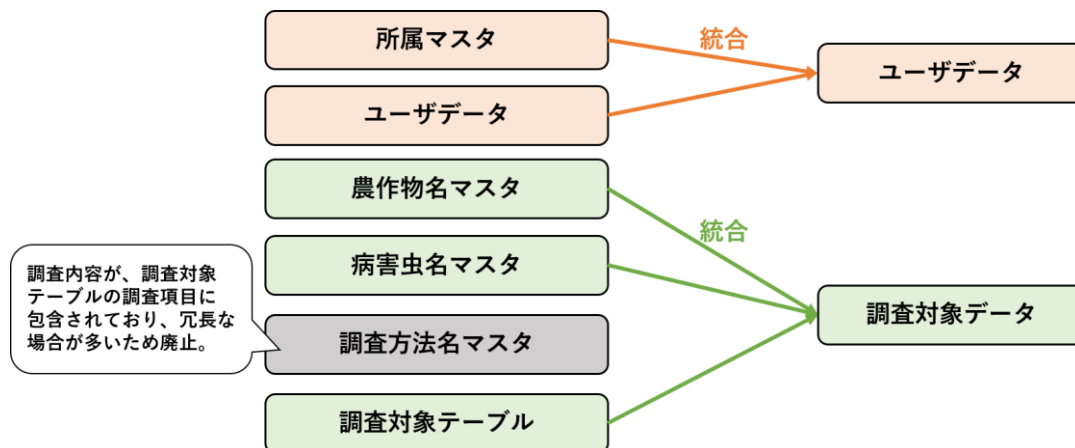


図 3 1. マスターデータの統廃合イメージ

- 調査方法の廃止に伴う改修  
 調査方法の廃止に伴って、調査方法を用いていた各機能の改良・修正を実施した。
- その他の改良  
 P C 版アプリ内の文言などを含めた G U I を改良した。現況報告作成機能に関するフィードバックに対応した。

## ii. 結果と考察

- 過去データの取り込み機能開発  
 調査データを E x c e l ファイル形式（マトリクス表、リスト表の 2 形式）で入力可能となり、蓄積された過去データの取り込みを効率的に行えるようになることで、統計データや、現況報告作成時に過去データを活用可能とした。

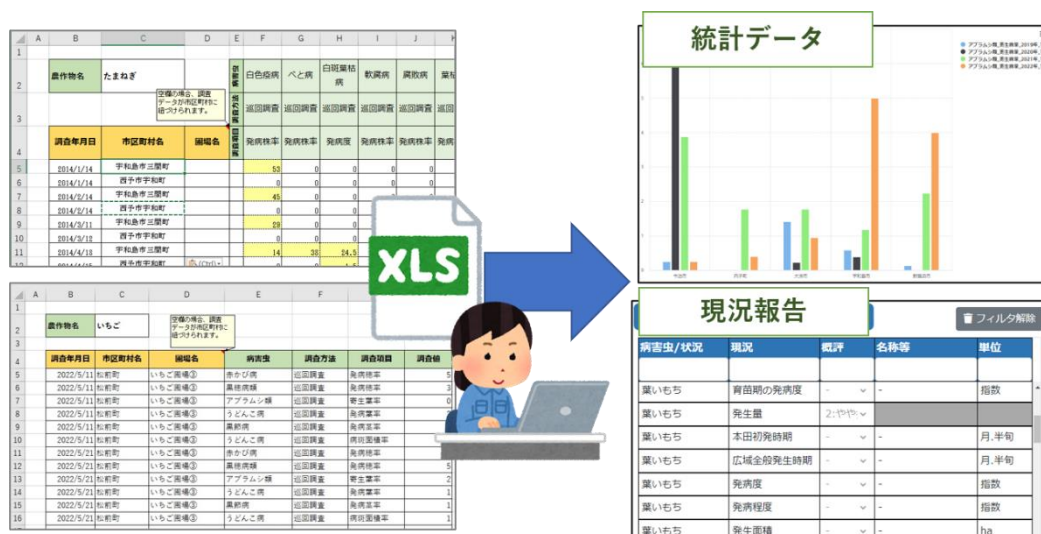


図 3 2. 過去データ取り込み機能のイメージ

- マスターデータの統廃合

これまで別々だった、所属とユーザのマスターデータを統合し、農作物名、病害虫名、調査項目のマスターデータを調査対象データとして統合した。関連するマスターデータを1画面に統合することで視認性が向上し、マスターデータ登録時の繁雑さが解消された。

The figure shows two screenshots of the application interface. The left screenshot, titled 'ユーザデータ' (User Data), displays a table with columns for '利用アプリ' (App Used), '所属' (Affiliation), and '操作' (Action). It includes a search bar and a '+ -' button. The right screenshot, titled '調査対象データ' (Survey Target Data), displays a table with columns for '対象農作物' (Target Crop), '農作物(作型・品種等)' (Crop (Cultivar/ Variety etc)), '対象病害虫' (Target Pest/Disease), '病害虫(種名等)' (Pest/Disease (Species etc)), and '操作' (Action). It also includes a search bar and a '+ -' button. Both screens have a '検索' (Search) button and a '+ -' button.

図 3 3. ユーザデータ・調査対象データの画面イメージ

- 調査方法の廃止に伴う改修

冗長になりがちな調査方法を削除したことで、調査対象を特定のために必要なデータが「農作物、病害虫、調査方法、調査項目」から「農作物、病害虫、調査項目」とシンプルとなった。改修イメージは下図を参照。



図 3 4．調査方法の廃止の改修イメージ

- その他改良

P C 版アプリでのプリセットを利用した調査データ登録画面を P C 画面に適したインターフェースに改良した。また、現況報告の一覧画面で概評を直接選択可能とし、調査データとの連携時に農作物・病害虫を自動選択可能とした。



図 3 5．インターフェースの改良イメージ

## (2) 調査アプリの普及に向けた活動

本アプリケーションの普及に向けて、本アプリケーションの使い方について説明会を実施し、普及に努めた。

- 日時：令和4年2月10日（金）
- 参加者：43都道府県病虫害防除所および県庁、農水省関係者、オプティム、ビジョンテック、農研機構の計104名

## (3) 調査アプリケーションの現地実証

### i. 研究方法

- データ入力の実証

8月から調査データの入力を開始した。水稻、夏秋ナスは9月まで、かきは10月まで、かんきつは11月まで調査データを入力した。

- データ出力の実証

愛媛県で行っている「病虫害発生予察情報作成会議」で使う資料（図36）を参考に出力を実施した。データ出力の実証は8月分のデータを使用した。

(参考)

| 病虫害の発生状況等(2022年8月) |          |     |      |    |      |      |      |      |        |  |
|--------------------|----------|-----|------|----|------|------|------|------|--------|--|
| 2022年 8月           |          |     |      |    |      |      |      |      |        |  |
| 作物名                | 病害虫名     | 地点数 | 調査項目 | 単位 | 結果   | 8月   | 10年間 | 発生程度 |        |  |
| 作物面積               |          |     |      |    | 当月   | 先月   | 平均   | 順位   | (95%階) |  |
| かき<br>599ha        | 炭疽病      | 9   | 発生率  | %  | 0.22 | 0.22 | 0.23 | 4    | 並      |  |
|                    | うどんこ病    | 9   | 発生率  | %  | 2.56 | 1.79 | 5.21 | 6    | 並      |  |
|                    | うどんこ病    | 9   | 発生率  | %  | 0.30 | 0.19 | 0.87 | 5    | 並      |  |
|                    | カブラガハチミダ | 9   | 発生率  | %  | 0.11 | 0.11 | 2.42 | 11   | 少      |  |
|                    | カブラガハチミダ | 9   | 発生率  | %  | 0.56 | 0.11 | 0.57 | 4    | 並      |  |
| 夏秋トマト<br>119ha     | 炭疽病      | 5   | 発生率  | %  | 0    | 0    | 1.65 | 10   | やや少    |  |
|                    | 炭疽病      | 5   | 発生率  | %  | 5.2  | 0.3  | 11.6 | 9    | やや少    |  |
|                    | 炭疽病      | 5   | 発生率  | %  | 0    | 0    | 0    | 6    | 並      |  |
|                    | 炭疽病      | 5   | 発生率  | %  | 25.6 | 1.5  | 7.2  | 1    | 多      |  |
|                    | 炭疽病      | 5   | 発生率  | %  | 2.40 | 0.25 | 0    | 1    | 多      |  |
|                    | 炭疽病      | 5   | 発生率  | %  | 0.40 | 0.25 | 0.04 | 1    | 多      |  |
|                    | 炭疽病      | 5   | 発生率  | %  | 0.60 | 0.25 | 4.79 | 10   | やや少    |  |
|                    | 炭疽病      | 5   | 発生率  | %  | 0.40 | 0    | 0.39 | 1    | 多      |  |
|                    | 炭疽病      | 5   | 発生率  | %  | 0    | 0.5  | 11.6 | 7    | 並      |  |
|                    | 炭疽病      | 5   | 発生率  | %  | 0.54 | 2.56 | 1.13 | 9    | やや少    |  |
| 夏秋ナス<br>140ha      | 炭疽病      | 7   | 発生率  | %  | 0.86 | 0    | 0    | 1    | 多      |  |
|                    | 炭疽病      | 7   | 発生率  | %  | 0    | 0    | 0.08 | 7    | 並      |  |
|                    | 炭疽病      | 7   | 発生率  | %  | 0    | 0    | 0.18 | 8    | 並      |  |
|                    | 炭疽病      | 7   | 発生率  | %  | 0    | 0    | 0.05 | 7    | 並      |  |
|                    | 炭疽病      | 7   | 発生率  | %  | 0.93 | 0.03 | 0.06 | 5    | 並      |  |
|                    | 炭疽病      | 7   | 発生率  | %  | 0.01 | 0.08 | 0.45 | 8    | 並      |  |
|                    | 炭疽病      | 7   | 発生率  | %  | 4.14 | 1.36 | 6.71 | 6    | 並      |  |
|                    | 炭疽病      | 7   | 発生率  | %  | 27.7 | 23.6 | 9.4  | 1    | 多      |  |
|                    | 炭疽病      | 7   | 発生率  | %  | 0.01 | 0.08 | 0.45 | 8    | 並      |  |
|                    | 炭疽病      | 7   | 発生率  | %  | 4.14 | 1.36 | 6.71 | 6    | 並      |  |

図36. 予察会議で使用する発生状況資料

- ・ 現況報告機能の実証

過去10年間のデータを取り込み、現況報告機能（図37）を試験した。

図37. 現況報告作成画面

## ii. 結果と考察

- ・ データ入力の実証

改良前のアプリで、水稻のデータ入力を実証した。データ入力に要する時間は、従来の方法では約33分、アプリによる入力では約42分であり、アプリで入力の方が遅くなっていた（表14）。また、改良後のアプリで、かき・かんきつ・なすのデータ入力を実証した（表15）。かんきつについて、従来の方法は30分～40分、アプリ入力は20分～30分であり、約10分短縮できた。

表14. データ入力に要する時間（改良前）

| 品目   | 従来(分) | アプリ(分) |
|------|-------|--------|
| 水稻8月 | 32.3  | 42.0   |

表15. データ入力に要する時間（改良後）

| 品目      | ほ場数 | 従来(分) | アプリ(分) |
|---------|-----|-------|--------|
| かき8月    | 9   | 6.6   | 3.8    |
| かき9月    | 9   | 7.1   | 6.1    |
| かき10月   | 9   | 11.1  | 5.0    |
| かんきつ8月  | 31  | 40.7  | 35.2   |
| かんきつ9月  | 31  | 32.8  | 19.0   |
| かんきつ10月 | 31  | 37.1  | 20.4   |
| 夏秋ナス8月  | 6   | 10.5  | 4.3    |
| 夏秋ナス9月  | 3   | 6.3   | 2.2    |

- データ出力の実証

病害虫発生予察情報作成会議で使用している資料と同じような形で出力ができた（図38）。会議資料を作成する時間は、アプリを使用した方が多く時間を要した。改善点として、うどんこ病など発病度で平年値と比べたいものが比較できないことが挙げられる。また、計算式で算出した値と平年値の比較機能もあると良いと考えられる。

| 農作物名  | 病害虫名        | 観測項目              | 2022年8月 | 2022年7月 | 平年08月        | 順位(平均値) |
|-------|-------------|-------------------|---------|---------|--------------|---------|
|       |             |                   | 平均値     | 平均値     | 平均値          |         |
| かき    | 炭そ病         | 9 発病果数 (100果)     | 0.2222  | 0.2222  | 0.231 (10年)  | 4位      |
| なし    | なし          | かきうどんこ病発病率        | 2.5556  | 1.7778  | なし           | なし      |
| なし    | なし          | かきうどんこ病発病度        | 0.3     | 0.1778  | なし           | なし      |
| かき    | アジコナカイガラムシ  | 9 害虫果数 (100果)     | 0.1111  | 0.1111  | 2.42 (10年)   | 10～11位  |
| かき    | カメムシ類       | 9 被害果数 (100果)     | 0.5556  | 0.1111  | 0.574 (10年)  | 3～4位    |
| かき    | チャノキイロアザミウマ | 9 被害果数 (100果)     | 0       | 0       | 1.654 (10年)  | 8～11位   |
| 夏秋トマト | 疫病          | 5 発病率 (中位100果)    | 0       | 0       | 0.188 (10年)  | 2～11位   |
| 夏秋トマト | 灰色かび病       | 5 発病株率            | 5.2     | 0.25    | 11.334 (10年) | 9位      |
| 夏秋トマト | 葉かび病        | 5 発病株率            | 0       | 0       | 0 (10年)      | 1～11位   |
| 夏秋トマト | すすかび病       | 5 発病株率 (中位100果)   | 25.6    | 1.5     | 7.135 (10年)  | 1位      |
| 夏秋トマト | アブラムシ類      | 5 害虫株率 (中位100果)   | 2.4     | 0.25    | 0 (10年)      | 1位      |
| 夏秋トマト | タバコガ類       | 5 被害果率 (中位100果)   | 0.4     | 0.25    | 0.042 (10年)  | 1位      |
| 夏秋トマト | ハモグリバエ      | 5 被害果率 (中位100果)   | 0.6     | 0.25    | 4.772 (10年)  | 9～10位   |
| 夏秋トマト | オンシツコナジラミ   | 5 成虫害虫株率 (中位100果) | 9.4     | 0       | 0.615 (10年)  | 1位      |
| 夏秋トマト | タバココナジラミ    | 5 成虫害虫株率 (中位100果) | 0       | 0.5     | 0.025 (10年)  | 3～11位   |
| 夏秋ナス  | うどんこ病       | 7 発病度             | 0.5357  | 2.3636  | 1.128 (10年)  | 9位      |
| 夏秋ナス  | 青枯病         | 7 発病株率 (100株)     | 0.8571  | 0       | 0 (10年)      | 1位      |
| 夏秋ナス  | すすかび病       | 7 発病率 (100果)      | 0       | 0       | 0.083 (10年)  | 2～11位   |
| 夏秋ナス  | 褐色腐敗病       | 7 発病率 (100果)      | 0       | 0       | 0.177 (10年)  | 5～11位   |
| 夏秋ナス  | 灰色かび病       | 7 発病率 (100果)      | 0       | 0       | 0.05 (10年)   | 2～11位   |
| 夏秋ナス  | アザミウマ類      | 7 害虫果数 (100果)     | 0.0157  | 0.0361  | 0.064 (10年)  | 5位      |

図38. アプリによる出力された発生状況資料

- 現況報告機能の実証

現況報告を普段のフォーマットで作成すると約20分で完了した。アプリのフォーマットで現況報告を作成すると同じく約20分で完了した。現況報告を複製登録から登録した場合、概評更新でデータが自動更新され約5分で完了した。1年間の現況報告のフォーマットを登録しておけば、時間が短縮されることが考えられる。

- 現地実証全体を通した考察

アプリを使用することにより、データ入力時間や現況報告をまとめる時間を短縮することが可能となった。

過去データの取り込みに関しては、1万データを超えてくると取り込み時間、取り出し時間が長くなるので、多いデータ（1万以上）を取り込むことは控えた方がよいと思われた。

データ出力に関しては、予察会議用の資料作成として形にはなってきたが、発病度など算出された値については順位がなかったため改善が必要となる。また資料作りに少し時間がかかったのでブラッシュアップしていく必要がある。

#### 4.2 本事業の普及に向けたヒアリング

各要素技術の成果の普及に向け、各地の病虫害防除所における課題のヒアリングを行った。この結果、『害虫発生状況の把握』『害虫発生消長の予測』『予察情報の収集及び発信』の一連の流れについて、精度・スピードを低下させずに省力化する体系を構築することにはニーズがあることが確認できた。

- ご協力いただいた防除所：岩手県病虫害防除所・熊本県病虫害防除所
- ヒアリング結果：
  - 人出不足・調査対象病虫害増加により、『害虫発生状況の把握』の省力化及び精度向上のニーズがある
    - 病虫害防除所の負担が大きくなっている。県全域を1か所の防除所で管轄、往復300kmかけて出張することもある。(熊本県)
    - 人出不足・調査対象病虫害の増加により、各調査における調査サンプル数が不足。予察の精度が不十分なことがあるため、調査数を増やしたい。フェロモントラップの数を簡単に増やせる手法は嬉しい。(岩手県)
    - 以前は調査結果の補完のために生産者にヒアリングを行っていたが、調査量が増えてできなくなった(熊本県)
    - 防除所の職員は3年単位で入れ替わる・防除所外の人に委託することもあるため、簡易で直感的な手法が求められる(熊本県)
  - ただし、新しい手法を取り入れる際には一時的に業務量が増えることがハードルである
    - 過去データと連続性がなくなることを防ぐため、数年は従来の手法との並行観測が必要となる(岩手県)
    - 新しい手法の導入時には想定外のことが発生し工数がかかることが考えられる(熊本県)
  - 『害虫発生消長の予測』『予察情報の収集及び発信』について、簡便にわかりやすく発信したいというニーズがある
    - 調査結果・予測結果をそのまま発信するのではなく、生産者や指導員が判断できるよう、解釈を加えて発信する必要がある(岩手県)
    - 防除対象とする病虫害は、品種・地域によって変わる。推奨防除時期の幅の持たせ方も、虫種ごとに変える必要がある。シミュレーションモデルの結果を見ながら、普及員や防除所が解釈を加える必要がある。(熊本県)
    - 予察結果は、直前ほど精度が上がるが、運用上早めに散布日を決めたい。その兼ね合いが重要。(熊本県)

## 5. 全体の考察

本事業では人的リソースが限られた中で予察精度・スピードの低下を防ぐ新たな病虫害発生に係る情報収集手法・発生予測の体系を確立することを目的とした技術の確立・実用性の検証を行った。本目的に対する成果を考察する。

要素技術1ではA I・ドローンを活用した害虫発生状況の把握について調査した。『粘着式フェロモントラップに補足された害虫をA Iで自動的にカウントする手法』では、目視検知数とA I検知数の間に正の相関が見られ、得られた発消長は一致した。これにより、目視での誘殺数調査の作業を、A Iで代替できる可能性が示唆された。『フェロモントラップで害虫を補足せずに害虫を自動的にカウントする手法』では、新手法による全撮影枚数及び撮影成功枚数から、従来法によるフェロモントラップ誘殺数と同様の消長を捉えられることがわかった。これらはハスモンヨトウを対象とした検証結果であるが、他種への汎用性についても期待できる。『粘着式フェロモントラップに補足された害虫をA Iで自動的にカウントする手法』について、虫種ごとに学習を行うことで、他種でも同様にA Iでカウントできる可能性がある。『フェロモントラップで害虫を補足せずに害虫を自動的にカウントする手法』について、自動撮影カメラは温度変化の検知により動体を自動撮影する仕様となっているため、他種でも汎用的に使用できる可能性がある。将来的に、自動撮影・A Iでの自動カウントを組み合わせることで、より幅広い活用が期待できる。

『ドローンを活用した圃場の被害調査』では、大豆のハスモンヨトウによる被害葉（白変葉）については、A I検知数と見取調査結果との間に関係性が見られた。しかし、ウコンノメイガによる被害葉（葉巻）については、A I検知数と見取調査結果との間に関係性は見られなかった。

白変葉の検知と葉巻の検知に違いが発生した理由は、以下のような特徴の違いによると思われる。

- 白変葉は、空撮画像により発見することが比較的容易であった  
(正常な葉とは色が明らかに異なる)
- 葉巻は、空撮画像により発見することが困難な場合があった  
(風でめくれた葉裏・葉の影・縦になった葉等と、被害葉の区別が困難な場合がある)

以上より、一般的に、画像中に検知対象の特徴が現れていないもの、または目視で判断が困難なものに関しては、ドローン空撮・A Iでの診断が難しいと考えられる。本事業におけるA I作成は、空撮画像(RGB画像)に対して、目視によりアノテーションを行い、A Iへの学習を行うことで実施した(図40)。このため、目視で確認できないものに関しては正確にアノテーションできず、上記のような結果が得られたと考えられる。ドローン空撮・A Iでの診断が活用できる場面として、例えば、広葉の品目で色の変化により被害が現れる病害などが想定される。本技術が活用され

ば、巡回調査時間の削減・調査が困難な圃場中心部のデータ取得による精度向上が期待できる。

要素技術2では、広域に発生するハスモンヨトウを対象に、気象データを活用した本種の予測システムの開発を行った。本年度の研究結果より、6月下旬～7月中旬、7月下旬～8月中旬のハスモンヨトウのフェロモントラップ調査結果から、ダイズのハスモンヨトウの発生予測で重要となる8月下旬～9月に出現する世代の発生時期を7～10日間の幅で予測することが概ね可能となった。この予測で得られるハスモンヨトウの発生時期の情報により、ダイズにおけるハスモンヨトウ防除時期を早期に計画が可能となり、適正な防除や、防除を含めた栽培管理作業の効率化が図れる可能性がある。

要素技術3では、『病虫害調査データ収集アプリケーション』を活用して、要素技術1及び要素技術2で収集する情報を集計し、発信する手法について検討した。より実用的なアプリケーションを目指し、過去データの取込機能・現況報告の作成機能等についての新規開発や改修を行った。開発したアプリケーションの実用性について、愛媛県病虫害防除所で実証した結果、データ入力時間や現況報告作成の時間を短縮することができた。データ出力機能については、平年値との比較機能がないことにより手作業での並び替えが生じて時間がかかる、という課題が残った。実際に各地の病虫害防除所で導入し、フィードバックを受けながら継続開発していくことで、より実用的な収集・発信手法となると考えられる。

本事業を通し、『害虫発生状況の把握』『害虫発生消長の予測』『予察情報の収集及び発信』の一連の流れに関する体系を、確立することができた。本事業で確立した体系をもとに、幅広い地域・対象病虫害への応用が期待できる。

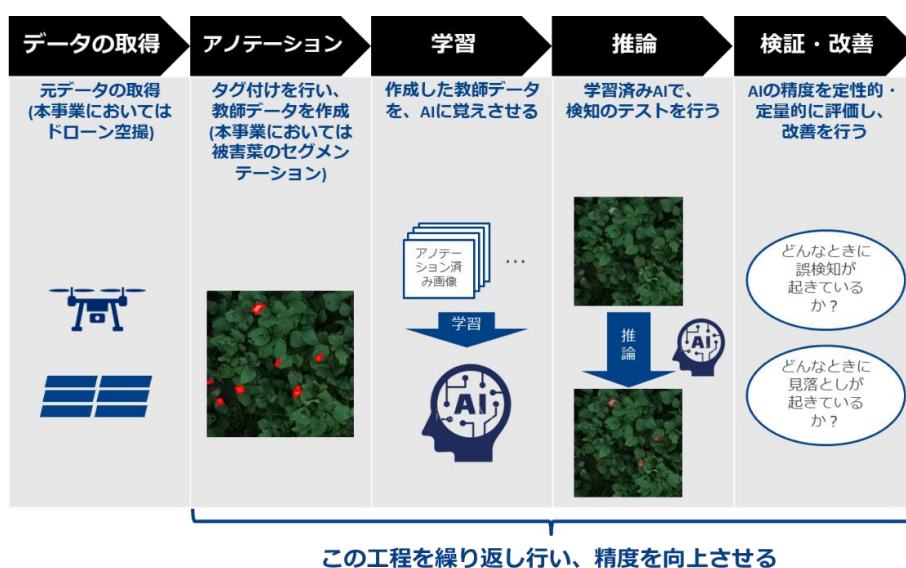


図39. AIの作成フロー

## 6. 本事業のまとめ

本報告書記載の技術、調査手法は、仕様書規定の対象技術の条件である。

- 調査員が現地に出向く回数の削減
- 調査時間の短縮
- 遠隔地の発生状況の把握

について、予察精度・スピードを現在の人的リソースで維持、向上できるものと期待される。

## 7. 参考文献

- 気象庁(2023)：台風経路図  
[https://www.data.jma.go.jp/yoho/typhoon/route\\_map/index.html](https://www.data.jma.go.jp/yoho/typhoon/route_map/index.html)  
(2023年3月14日アクセス確認)
- 気象庁(2021)：平年値の更新について  
[https://www.jma.go.jp/jma/press/2103/24a/210324\\_heinenchi.html](https://www.jma.go.jp/jma/press/2103/24a/210324_heinenchi.html)  
(2023年3月6日アクセス確認)
- 桐谷圭治(2012)：農業環境技術研究所報告 31:1~74
- 後藤哲雄・上遠野富士夫(2019)：応用昆虫学の基礎. 農山漁村文化協会 205p.
- 西野実(2019)：農研機構メッシュ農業気象データシステムとその病虫害分野での利用について
- 大野 宏之・西野 実・芦澤 武人 植物防疫 Plant Protection 第73巻第2号  
(2019年) 一般社団法人日本植物防疫協会
- 農林水産省：みどりの食料システム戦略  
<https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/midori/attach/pdf/index-10.pdf>  
(2023年3月6日アクセス確認)
- 農林水産省：総合的病虫害・雑草管理（IPM）実践指針  
[https://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/gaicyu/g\\_ipm/pdf/byougai\\_tyu.pdf](https://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/gaicyu/g_ipm/pdf/byougai_tyu.pdf)  
(2023年3月6日アクセス確認)
- Miyashita, K. (1971) : Effects of constant and alternating temperatures on the development of *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae). Appl. Entomol. Zool., 6, 105-111