

1

研究開発項目2 ドローンによる生育モニタリングシステムの開発

- 2-1 ドローン取得画像からの基本生育情報の抽出（農研機構）
- 2-2 群落内の新葉・花蕾の自動検出システムの開発（農研機構）
- 2-3 計測・解析・提示の一連作業のシステム化（ドコモビジネス）

研究開発項目3 ドローンによる受粉の安定化手法の解明

- 3-1 環境・作物状態を考慮した受粉最適送風条件の解明（阿南高専）
- 3-2 送風受粉における受粉効果のモデル化（岡山大）

研究開発項目4 スマートイチゴ栽培管理手法の実証

- 4-1 実栽培環境下での提案手法の長期試験評価（徳島農総技セ）
- 4-2 ドローン栽培管理実現に向けた運用手法の構築（農研機構）

（6）特許出願、外部発表等

		累計（件）	当該年度（件）
特許出願	国内出願	1	1
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	1	1
	その他研究発表	8	4
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	4	1
	展示会	2	1
	受賞・表彰	0	0

（7）具体的な実施内容と最終成果

研究開発項目1：施設内でのドローン活用のための飛行技術の確立

1-1. 施設内の非 GNSS 環境下における Visual SLAM を用いたドローンの自動飛行を実現させるため、いちご栽培棚上を対象とした飛行ルート設計および飛行条件の検証を行った。その結果、一定の飛行誤差が機体特性として生じることを踏まえ、温室特有の障害要因と運用上の留意点を整理し、施設内飛行技術および運用方法を構築した。

1-2. ドローンの飛行状態とダウンウォッシュ（気流）の関係を明らかにし、生育モニタリングおよび送風受粉に適した飛行条件の設計・検証を行った。また、目標とする気流を安定して作物に作用させるため、飛行誤差を推定し補正する画像処理手法についても開発し、ダウンウォッシュを制御する手法を提案した。

1-3. ドローン撮影画像から新葉・花蕾を認識する画像認識 AI を開発し、実環境データにおいて概ね 70～80%の検出性能を確認した。また、位置情報に依存せず株ごとに画像を分割する個体識別技術を開発し、約 8 割の精度で人間の判断と同等の識別が可能であることを示した。

研究開発項目2：ドローンによる生育モニタリングシステムの開発

2-1. ドローン画像から葉面積などの基本生育情報を抽出するため、適切なダウンウォッシュ条件（風速 6m/s 未満）を明らかにした。また、時系列解析に基づく葉面積推定アルゴリズムを開発し、長期観測データから株ごとの生育差を把握可能であることを示した。

2-2. 群落内の新葉・花蕾観測に適したダウンウォッシュ条件（風速 4~6m/s）を明らかにし、葉面積との同時計測が可能であることを示した。また、時系列画像解析により新葉（F 値 89%）および花蕾（F 値 68%）の発生を自動判定する手法を開発した。

2-3. ドローン撮影データを解析し、生育情報を株個体ごとに時系列で管理・可視化する一連の流れを行える生育モニタリングシステムを構築した。また、現地環境にシステムを実装し、解析・表示機能の動作を確認するとともに、拡張性を考慮したシステム構成を整備した。

研究開発項目 3：ドローンによる受粉の安定化手法の解明

3-1. 送風時の花の振動を解析するための画像解析アルゴリズムを開発し、花検出において99%以上の高精度を達成した。また、花の振動特性と花粉付着率の関係を解析し、受粉効果を高める送風条件（z 軸方向変位の増加）が重要であることを明らかにした。

3-2. 送風受粉における花粉付着と奇形果発生の関係を解析し、奇形果低減に寄与する花粉付着率を明らかにした。また、風速や品種・生育条件・時期などによる受粉効果の違いを整理し、受粉効果を予測するための基礎的なモデルを構築した。

研究開発項目 4：スマートイチゴ栽培管理手法の実証

4-1. 受粉効果を高めるドローンの飛行条件（風速・飛行頻度等）を明らかにし、長期試験によりミツバチと同等の受粉効果を確認した。また、現地実証により運用上の課題を抽出し、飛行ルート設計等の改善による効果向上を検証した。

4-2. 温室内での長期検証により、スマートイチゴ栽培管理手法の現場導入に向けた具体的方法・注意点・課題を整理し、運用マニュアルを作成した。また、導入効果の試算や技術展開の可能性を整理し、社会実装に向けたコスト面の課題を明確化した。

(8) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

本研究開発の成果については、展示会や講演会等を通じた对外発表を継続し、情報発信を進めながら行政・企業・生産者への普及を図るとともに、実証試験モデルを他地域へ展開することで社会実装を推進する。特に、送風受粉技術については導入効果が明確であることから、民間企業と連携した製品化・サービス化を視野に入れた事業化を進める。また、運用マニュアルや技術資料の公開準備を進め、これらを活用して幅広い現場での導入を促進する。生育モニタリング技術については、ドローン性能の向上を前提に適用範囲の拡大を図るとともに、開発された要素技術や蓄積される生育データを利活用することで、栽培支援の高度化を目指す。

将来的には、本技術はイチゴを中心とした施設園芸分野において一定の市場形成が進み、ミツバチ代替技術としての実用化が進展すると期待される。さらに、病虫害防除や他作物への展開など応用範囲が拡大し、施設栽培のスマート化に寄与する。加えて、生育データの蓄積による知識のデータベース化やビッグデータ活用が進み、栽培技術の平準化や人材育成にも貢献する。これにより、労働力不足への対応や収量向上といった国民生活への波及効果が期待されるとともに、新たな農業 DX 関連研究への発展が見込まれる。