

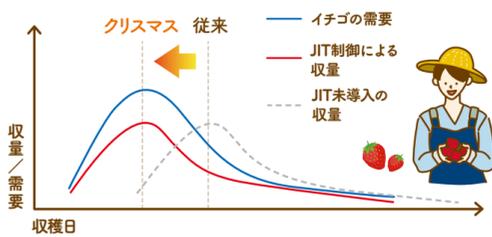
需要時期にイチゴを適量出荷

工業製品の生産現場では、製品を必要ときに必要な量だけ供給する「ジャストインタイム生産（JIT生産）」が普及している。自然を相手にする農業分野ではこれまで難しかったが、農業技術の進化によって農作物JIT生産の実現が近づいている。

JIT生産が実現すると？

需要が増える年末年始に出荷することで、需要が少ない時期の「つくりすぎ」を防ぎ、フードロスの削減にもつながる。

気温制御により収量ピーク日を移動!!



データをもちに 出荷量調整

農研機構の太田さんのチームが、JIT生産を実現しようとしている農作物がイチゴだ。イチゴは旬の冬から春を中心に、年間を通じて需要がある。

「なかでも需要のピークは、クリスマスや年末年始にあたる12月中旬～1月上旬です。取引価格も高くなるこの時期に出荷を合わせることは、農業経営の安定化にもつながります」と太田さんは語る。

開花から収穫までの積算温度（1日の平均気温の合計）で予測していた。しかし、この予測方式は、天候に大きな影響を受けるため、精度が低くスレが1週間ほどあった。

そんな状況を受けて、「データをもとに、誰でも出荷量の調整ができる生産制御技術が必要」との認識から農研機構のチームは、イチゴのJIT生産への挑戦を開始した。

5段階に分けて 気温変化を測定

太田さんのチームが最初に行ったのが、開花から収穫ま



農研機構 基盤技術研究本部 農業ロボティクス研究センター 施設ロボティクスユニット ユニット長 太田 智彦さん

での生育過程を正確に把握することだ。

「気温や湿度、日照時間など自然環境を再現できる人工気象室内でイチゴを栽培。果実の大きさや色、果実表面の温度などの生育状況を専用のカメラで測定していきま



ハウスにネットワークカメラを設置 上下左右からイチゴを撮影することで、房なりのイチゴであっても、個々の花の開花状況をAIにより検出できる(写真は農研機構提供)

専門家の連携で 研究に成果

実はイチゴのJIT生産方式の開発のために、多くの専門家が力を合わせている。収穫日予測に欠かせない開花の特定には、農研機構のAI専門家が開発した「自動アノテーションプログラム」を活用。従来は開花状況を学習させるために、開花する花を1万か所以上、手作業で困

人工気象室でイチゴのJIT生産に向けた検証を実施

① 画像センシング	② 収穫日予測	③ 収量ピーク日制御
収穫日予測に必要な開花日を画像からAIにより検出	高精度収穫日予測	日ごとの収穫果数
		収量ピーク日を誤差±1日で制御達成 (人工気象室)
独自開発したプログラムによって、アノテーション*時間を1/5に短縮 (写真は農研機構提供)	5段階の生育ステージに分けて、各々の気温に対する感受性の違いを収穫日の予測に反映	日ごとの推定収穫果数を合計し、収量ピーク日を算出。結果を基に環境制御(気温)により収量ピーク日を制御

AIにより生育過程の画像から開花を認識し、確率88.8%で検出。果実の発育開始のタイミングが正確に分かることで収穫日を高精度に予測できる

*アノテーションとは、あるデータに対して関連する情報を注釈として付与すること



イチゴは全国出荷量が約14万9,200t(2022年)で、トマトやキュウリと並んで市場が大きい

自然を再現する人工気象室

気候変動により不安視されている将来の農作物の生産。農研機構では自然環境を人工的に再現し、気候変動に対応する栽培方法や品種を研究。地球の未来を救う取り組みが進められている。

栽培環境を再現し AIで生育状況解析

気温や日照などの自然要因に影響を受ける農業は、気候変動と切っても切り離せない。農研機構の米丸さんは、「2023年の夏は統計開始以降で最も暑く、多数の農作物が被害を受けました。農業にとって気候変動対策は緊急の課題です」と言葉に力を込める。

気候変動が起す農作物生産の不安定化を乗り切るためには、どうすればいいか。気温や日照など条件が異なる環境で農作物を栽培した場合、収量や品質がどう変化するかを明らかにする必要があります。また、新たな気候に適応する育種(農作物などの品種を改良すること)も求められる。そこで手助けとなるのが、米丸さんたちが開発した「ロボティクス人工気象室」だ。

ロボティクス人工気象室は、「栽培環境エミュレータ」と「



栽培環境を精密に制御し、農作物の環境応答について解析できるロボティクス人工気象室

ポット計測装置」の2つの装置で構成されている。

「栽培環境エミュレータは、自然環境の一部を再現できる人工気象室です。温度や湿度、CO₂濃度のほか、日照の代わりとなる「EDライト」の強さ・長さを分単位で精密に制御可能です。その利点は、季節を模倣すること。農作物の新たな栽培技術を検証できる機会を増やすことができます」と米丸さんは語る。

例えば、春に種をまき秋に収穫する農作物なら、自然環境下では、新しい栽培技術や育種を実地検証できるのは1年に1回だけだ。一方で、栽培環境エミュレータで栽培時期を再現すれば、1年に2回試せる。さらに、自然に任せた場合はその年によって気象条件は異なるが、栽培環境エミュレータなら確実に再現できるのもメリットだ。現在、農研機構にある栽培環境エミュレータは20台超。理論上は、年2回の裁

データベースと連動 気候変動に挑む

農研機構では、ロボティクス人工気象室を利用して、どのようなことを行っているのか。一例が、稲の栽培試験だ。

「年々激しさを増す夏の暑さによって高温障害が発生し、コメは収量減少や品質劣化の危機に直面しています。その対策を検証中です」

今後の研究の見通しについて米丸さんは、雨や雪、雷などを含めた自然のすべてを再現したいと考えています。様々な栽培環境の中で推定した農作物の生育特性や品質を、農研機構の統合データベースに含まれる農業データと連動させて解析。気候変動によって生じる様々な環境に適応した、農作物の生産技術開発を目指します」

ロボティクス人工気象室の研究で気候変動に挑む米丸さんは「チャレンジする精神を持ち、未来を切り拓いてください」と読者にエールを送った。

育て、40年分以上の検証ができることとなる。

ロボット計測装置は、栽培環境エミュレータで栽培している農作物を撮影する装置だ。「カメラがレールを移動しながら、対象物を上下左右から撮影。そのデータは、農研機構のスーパーコンピューター『紫峰』に送られ、深層学習(AI解析)によって、大きさや色などの生育状況を解析します」

人工気象室で推定できる情報

気温や湿度、光などの栽培環境を精密に再現し、観察・解析ができるロボティクス人工気象室では、農作物のどのようなことを推定可能なのか。代表的な項目である収穫時期と収量、品質の3つを紹介しよう。

1. 収穫時期

ロボティクス人工気象室で農作物を観察することで、気温や日照時間が、収穫時期にどのような影響を与えるのかを推定できる。例えば、イチゴでは、開花から収穫までに必要な累積温度が分かった。



2. 収量

ロボット計測装置とAIの連携によって、温度や光が収量にどのような影響を与えるのか、時系列で解析できる。計測装置を変更することで二次元だけでなく、三次元でも実や葉の様子を解析可能。



3. 品質

農作物の品質は、農研機構の統合データベースに記録されている。ロボティクス人工気象室とデータベースの連動で、栽培環境と品質の関係性を解析でき、栽培方法の改良や育種が効率的になる。



農研機構 基盤技術研究本部 農業情報研究センター データ研究推進室 兼 インキュベーションラボ 室長・ラボ長 北 眞由美さん 米丸 淳一さん



LEDライトの強さ・長さを分単位で精密に制御。温度や湿度、CO₂濃度も自然環境を再現(写真は農研機構提供)



人工気象室内のカメラが農作物を撮影。スーパーコンピューターにデータを送りAIで解析される(写真は農研機構提供)