

植物主体という発想の施設園芸とは？

自律分散システムを利用して 高度化された施設園芸の普及を目指す

有限会社エヌアイシステム

林 泰正

取材・文＝小椋優子



はやし・やすまさ

1972年愛知県生まれ。95年、東海大学開発工学部生物工学科卒業、温室制御機メーカーの(株)イー・エス・ディに入社。2001年、次世代農業用コンピュータシステムの開発・提供を目指して、(有)エヌアイシステムを設立、常務取締役となる。ビニールハウス用から植物工場用までのコンピュータシステム開発のほか、自然エネルギーシステム、センサやロボットの開発も手がける。植物工場学会会員。専門は植物生産工学、生物環境調節工学。

Photography by Masatoshi SAKAMOTO

植物に意思をもたせるシステム

農業は経験者の熟練した技術が重視される産業で、自動化は難しい、というのが一般的な見方だった。各産業で機械化が進んでいる日本においても、とくに植物生産については比較的自動化が遅れている。積極的に技術開発が進められている植物工場ですら、現状のシステムでは多品種の栽培や市場変動に対応しにくいものが大半で、結局のところ、人為的な労力を要する部分が多い。生産者の減少と高齢化が問題となっているなかで、何か打つ手はないだろうか。

こうした問題を睨みつつ、自動化



千葉大学園芸学部校内の閉鎖型苗生産工場。



苗生産工場では、サツマイモ(写真)やトマト、ナスなどの野菜のほか、甘草や弟切草などの薬草の生育実験を実施した。(写真提供＝林氏)



苗生産工場の内部。自動的に水や肥料をやったり、生育にふさわしい場所にセルトレイを動かすことができる。

セルトレイにつけられたバーコードを読み取るためのハンディターミナル。



を実現する画期的なアイデアをかたちにしたのがN.I.S.の林泰正氏だ。これまでの植物栽培の環境制御システムは、植物を育てる施設や場所が主体だったが、林氏らが考えたのは「まず植物ありき」の、植物主体で動くコンピュータシステムだ。

「実用化や研究開発の主体は私どもがおこなっていますが、アイデアは東海大の星岳彦教授と私と二人で練ってきました。

考え方としては、まず、植物固体ごとにコンピュータ・チップを添付します。このチップに接続されたセンサにより、植物周囲の環境を測定し、チップ内蔵のメモリに履歴情報を記録する。このデータを通信し、植物にとってより望ましい環境にするための情報を要求として外部に伝えることで、植物に擬似的な意思表示をさせることができます。さらに、生産設備それぞれにもコンピュータ・チップを内蔵し、植物添付のチップと通信させれば、自律分散制御システムとしての構成が可能になり、より高度な生産活動が労力をかけずに実現できるというわけです。

この考えに基づくコンピュータシステムを、DAPMS(自律分散型生産管理システム=Decentralized Autonomous Production Management System)と呼んで

います。DAPMSの基礎となる自律分散システムには、①ソフトウェア規模が比較的小さく開発効率が高い②一部の構成要素が故障してもシステム全体が停止することなく、耐故障性が高い③目的や環境に合わせて柔軟な対応が可能④システム全体の拡張・縮小が容易である、といった特徴があります」

DAPMSの成果

では、実際にDAPMSを活用することで、何かできるのだろうか。

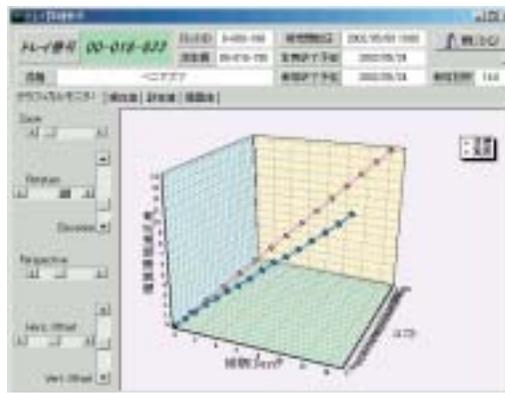
「たとえば、『栽培室の中で植物が自ら満足度の高い場所に任意で移動できる』、といった条件をいくつか定義し、このプロトタイププログラムをモニタ上で動作させてバーチャルにシミュレーションをおこなってみました。すると、同一品種で自己組織化らしき群れを形成したり、行動規範としてインプットしていない動きを含めて生産目的達成への動作をおこなうなど、高度な生産活動現象が確認されました。これにより、わずかな基本的ルールを設定するだけで、比較的高度な制御を自発的に達成できることが判明したのです。生産管理が難しい植物生産において、DAPMSが幅広く適応できるだ

ろうという思いを強くしました」

DAPMSを植物工場へ適用させたのが、千葉大学園芸学部校内の閉鎖型苗生産工場だ。この最先端の植物工場では、射光、温度及び湿度、灌水、送風、搬送、施肥など苗工場全体をDAPMSで管理している。

搬送車にはカメラを取り付け、外部のモニタ上で確認しながら操作できるので、発芽から出荷まで工場内に人間が立ち入る必要はない。ただしここでは、それぞれの植物にコンピュータ・チップを添付はしていない。コストに加え技術的な問題もあり、実際には生産管理PC内にソフトウェアモデルとしてDAPMSを構築し、PC内のモデル工場を自律分散システムの場として動作させることで管理および各機器への指示をおこなっている。

苗の入ったトレイの識別にはバーコードを使い、セルトレイごとに苗の生育を記録する。そして、それぞれ環境履歴や成育モデルを組み込むことで、植物にとって現在の状態がふさわしいかどうかを表す満足度、推測消費コスト、成長度合い、成長達成予想日時を算出できるようにした。また、各要素が通貨の概念で価値判断をおこなう経済モデルを取り入れ、納期、品質を考慮したコスト



苗の詳細情報表示。コスト、納期、品質の3次元グラフによって、生産がどのように進んでいるのかがわかる。



苗の詳細情報表示。植物にとって、現在の状態がふさわしいかどうかを表す満足度や、推測消費コストが算出されるほか、生長の度合いや生長発達予想日時が算出される。

バランスを調整しながら生産を実現するように行動規範を組み込んだ。なお、各要素の行動規範の策定には、生態学などの自律分散システムを参考にした。

こうして実際にDAPMSを導入して数々の品種を育てた結果、均一の優良な苗を、少ない労力で育てられることが確認された。さらに、栽培や出荷に有益なデータ解析もスムーズにおこなえることがわかった。

完全制御の植物工場ともなれば、初期投資に莫大な資金が必要になる。ただし、ここでは、生育管理や出荷管理などもきめ細かくコントロールできるため、従来、天候や病虫害などに悩まされてきた作物を工業製品のように生産することができた。単価の高い苗や薬草、観賞用の貴重な植物などを扱うことで、ビジネスとして成立させることが可能だと考えられている。

ユビキタス環境制御システム

苗工場に導入されたDAPMSは、完全制御型の植物工場を対象としていたが、実際の生産現場では、温室やビニルハウスの設備のほうがはるかに多い。こうした現場で使われる制御機は温度調整のみというケース

が多く、導入数の多いこのような制御機は、通信機能をもっていないために記録データを収集できないものが大半である。また、機能が複雑なシステムは故障が発生した際の修復が難しい、集積した情報は統一ソフトウェアがないためデータ処理が困難、コストが高すぎる、といった問題を抱えていた。育成・データ処理のいずれについても、施設園芸は自動化の過渡期にある。

こうした既存システムの欠点を克服し、かつ将来的にDAPMSが適用しやすい計測制御システムとして、NISでは自律分散制御を取り入れたユビキタス環境制御システム(UICS: Ubiquitous Environment Control System)を開発している。これは、温室の管理・制御に関連する要素すべてに、ネットワーク化されたマイコンを内蔵させ、通信機能を整備し電源を入れるだけで温室制御・管理を実現させようとするもの。従来の温室制御システムと違い、構成機器それぞれが自律的に状況を判断し行動を起こすことができるのが特長だ。

UICSはパソコンなどの情報機器に接続しやすいネットワーク機能を取り入れているため、データの収集や解析も容易にできる。また、異常

発生時の自動通知も可能になるため、故障の原因も見つかりやすい。自動化したい機器からその都度購入していけばいいので、初期投資が少なくて済むのも利点だ。このように、生産者だけでなくメーカー側、農業組合、生産管理をおこなう行政、いずれの立場からもメリットが期待できる。

「現在は二〇〇六年度からの実用化を目指して、農水省の農林水産研究高度化事業による研究支援を受けながら研究開発をおこなっています。UICSが完成し普及すれば、施設園芸をはじめとする植物生産が産業としての魅力を増し、それによって就業者や事業者が増して産業として発展できるのではないかと考えています」

中国や韓国で施設園芸が盛んになりつつある現在、農業生産物を高品位化、省力化することが日本の対抗策として迫られている。そのため不可欠な情報の収集及び解析も、これまで以上に重視されるだろう。人手不足が深刻化しつつあり、先行き不安な問題を抱える日本の農業だが、もともと生物を模範として考え出された自律分散システムを取り込むことによって、新たな道が拓けそうだ。