

スマート農業における 自動認識技術の利活用

圃場の大規模化・集約化後の新たな経営課題を解決

小林クリエイト株式会社 / (国研)農業・食品産業技術総合研究機構

松林 和幸 / 太田 智彦

BA2001-03

はじめに

小林クリエイト株式会社(以降、当社)は、本業が印刷業でありながら7年前よりアグリ事業に参入している。完全閉鎖型植物工場で9種類の葉菜類を生産・販売しつつ、ここから得られたノウハウをICTとして外販をする、2方向からの参入である。

今回はこの内、ICTとしての外販の一例である、自動認識シンボルを利活用した圃場(農場)管理システムであるagis(エイジス)生育管理システム(以下、agisと略)について紹介していく。

また、本寄稿にあたり、民間企業としての立場を軸にした説明と共に、狭小国土の日本において、国内農業の生産性向上や海外輸出における競争力強化など、国内農業事業体に対し、技術研究による農業と食品産業の発展と普及・実装を担っている、(国研)農業・食品産業技術総合研究機構(以下、農研機構と略)にも、国策という立場から本取り組みについて紹介頂く。

農業界への自動認識シンボルの利活用

2010年11月、当時JAで最先端の青果物集出荷センターと言われていた拠点へ改善提案をする機会が、agisの始まりである。

土がついた白ネギなどが麻袋に包まれて入荷されてくるも、最新鋭の設備で土落とし・根切り・洗浄・選果を行い、最後には階級分けされ、出荷

箱にきれいに格納されていていつでも出荷できる状態になっている。この説明では、完全自動化をされているようなイメージを持たれたと思うが、実際これら各工程で申し送りされる設備の設定指示や稼働実績は、手書き帳票や黒板など人間系で実施されており、設備稼働の前後には人間の介在があった。

このため、指示ミスや実績把握の半日遅れなどの問題が改善の余地として存在していた。

この状況を目の前にした時、20年前に工業界で見た光景とシンクロし、構内物流のトレーサビリティの必要性が高まることを感じたのが契機となった。

その後、農業が抱えている問題や置かれている状況を市場調査すると、下記のようなことが分かった。

- 2050年に世界人口が100億人となり食糧生産が追い付かなくなる
- 6次産業化が促進され、生産者が流通販売加工を担うようになる
- TPPへの参画により、生産品の国際競争力を高める必要があった
- GAPやMPSなど、工業界のJISのような規格化が促進されていた
- 地方創生や農業ビッグバンと呼ばれる施策が開始されていた
- 就農者不足や後継者不足など、農業事業の先行きが不安視されていた



業界としての問題点だけでなく、一つの農業事業体としても属人性が高く、

- あの人がないと分からない（圃場作業の指示が出せない）
- だから休めない

が、常態化している状況であった。

工業界はここ20年で、生産量（売上）を拡大することを第一義とすることから、原価低減や工程での品質の作りこみという利益の拡大へと経営方針の移行を果たした。

また、人や組織の役割を単なる「情報伝達作業・情報収集作業・単純作業」から、「付加価値のある仕事」へと移行すべく、ICT化やFA化を果たした実績があり、この移行傾向は間違いなく農業にも起こりうるものであり、かつAI（人工知能）が体现しているように、コンピュータやカメラなどの情報技術が指数関数的に発達していることを踏まえると、20年という期間を待たずに農業界がICT化されていくことは疑う余地はないと考察。

そのため、農業界にデータ利活用の重要性を啓蒙しつつ、それぞれの事業体の事業の安定と発展のための危機管理、体質強化の基盤としてのトレーサビリティ化を図ることで、事業体のPDCAサイクルを回す仕組みが必要と考えた。

このPDCAサイクルは、現在ではOODAループへと思考が拡大されているが、このループにおいても現況のデータ収集は不可欠で、現在の組織管理においてデータ利活用の重要性は認められていると言えよう。

そこで、持続可能な安定経営・安定生産をトレーサビリティ（+PDCA）の観点から支援するICTであるagisを企画・開発し、大規模化・組織化されつつある農業事業へ提案を開始した。

農業界では「10a^{*}で成功した人が必ずしも1haで成功できるわけではない」という言葉がある。

この因果関係を工業的目線から下記のように捉え、agisの機能に実装した。

- やる気満々の経営者のマネができない → ノウハウ継承
- 膨れ上がった人や作物に目が届かない → 生産

進捗・在庫・ロケ管理

- 1年目のようにうまく栽培できない → 栽培履歴管理
- 出荷先の要求が厳しくなる → トレーサビリティ管理

この頃、既に大手SIerによる情報共有・傾向分析強化のためのWeb作業日誌系ICTが数種類、市場に提供されていた。

しかし、作業や作業者を栽培ロット単位で管理できるものがなく、かつ、高齢者が、太陽光の元で、手袋をし、スマートフォンに手入力するものや、一日の終わりに事務所のパソコンに手入力するものばかりであった。

確かに栽培ロットが少なく、入力の頻度が少ない中小規模農場であれば、費用対効果から先述のWeb作業日誌系ICTが有効であるが、大規模となった場合、その入力は手間となり、また入力忘れや入力間違いも発生する可能性は高くなる。

この状況に置かれれば、Webの情報は信用できなくなり、管理者はWeb情報を元にその正しさを面着・電話・SMSなどで作業者に確認し始める。こうなると、作業者はWeb入力の必要性に疑問を感じ、入力が疎かになり始め、現場に運用が定着することはなく、持続可能とは言えない状況になるのが一般的である。

そこで、工業界では一般化されている実績収集の道具である、誰でも「楽」に、さらに「正確」で「リアルタイム」な情報収集が可能となるRFIDやQRコードと言った「自動認識シンボル」を活用することが妥当であると考えた。

agisが2012年7月にリリースされ、現在までの7年間で、利用シンボルは圃場環境やその利便性により、下記のような拡張がされた。

- 2012年～ ハンディターミナル（UHF）
- 2015年～ Windows-Tablet、Windows-Phone（QRコード）
- 2017年～ Android-Tablet、Android-Phone（QRコード）
- 2019年～ NFC-RW（NFC）

当初は閉鎖型植物工場を想定しUHF-RFIDを利用していたが、再利用中のタグ破損や読み書き時

※：10a＝約300坪、1ha＝約3,000坪の耕地面積を示す。



のエラーなどが発生したことや太陽光併設型施設栽培への展開を考慮し、QRコードもラインアップに加えた。しかし、性能は上がったといえCell-Phoneのカメラ機能は、業務環境で快適に使用できるほどではなく、昨年NFCも加えることとなった。

一方、自動認識シンボルを付加した栽培物やロケの明示票については、当社が印刷会社であることから自社で企画制作した。耐環境性や設備を考慮し、数多くの素材・サイズ・取り付け方法に至るまでアイデアを即時具現化し、読取機と明示票の組み合わせを現地テストしつつ、実稼働できたのは当社のソリューション力といえよう。

こうした、当社の取り組みと同じくして、農研機構においても、圃場実績から施設栽培における高度な作業管理についての研究がされていた。

農研機構の紹介と施設園芸の現状

農研機構は農業や食品産業に向けた技術の研究開発力と社会実装の強化に取り組んでいる。農業技術革新工学研究センター（略称：革新工学センター）は、農業以外の異分野との連携を重視し、農作業におけるロボット技術や情報通信技術（ICT）の活用による、いわゆるスマート農業を推進するための重点化研究センターとして2016年4月に改組、設立された。主な業務として、革新的な農業機械・技術の研究開発、安全性検査等を通じて、農業の生産性向上、省力化、環境負荷の低減、さらに農作業安全の推進等を図っている。当センターでは、施設園芸分野においては、手作業で多大な労力を要している果菜類の施設生産の効率化に向けて、イチゴ収穫ロボットやイチゴパック詰めロボットの開発・実用化に取り組んできた。また、近年はロボット技術のみならず、大規模トマト生産のための人工知能（AI）による効率的な施設園芸作業管理システムの確立に向けて、作業データ入力システム、着果・着花状況モニタリングシステム等、次世代施設栽培用生産システムの研究開発を進めている。

施設園芸生産について農林水産省「施設園芸をめぐる情勢」（www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/

[engei/saitai2/meguji.pdf](#)）を引用し、現状を述べる。野菜・果樹・花きといった園芸作物は、生産面では、我が国の農業産出額の約4割を占めるとともに、自らの工夫で高付加価値化しやすいことなどから、新規就農者の85%が中心作物として選択する重要かつ魅力ある分野である。消費面では、食料の支出金額に占める割合が最も高く、国民消費生活上、重要な品目である。また、消費者ニーズに応えるためには、施設園芸による周年安定供給が必須である。施設野菜作の10a当たり所得は、露地野菜作の約3倍となっており、労働生産性が高く、小さい面積で収益を上げることが可能である。

施設栽培が大宗を占めるトマトについて、オランダの10a当たり収量は、養液栽培や炭酸ガス施用の普及により、1980年代より増加している。中でも、コンピュータによる環境制御技術が進展した85年以降は、飛躍的に増加した。一方、日本の10a当たり収量は、低い水準で伸び悩んでいる。労働生産性についても、日本とオランダでは大きな開きが生じている。日本の施設園芸は、野菜等の出荷期間を延長するため、ビニールトンネルや雨よけ施設から温室へ、更には温室内の環境を制御できる装置の導入へと高度化している。温室の設置面積43,220haのうち、温度や湿度、光等の複数の環境を制御できる装置（複合環境制御装置）を備えた温室は1,070ha（2.5%）である。今後とも、天候に左右されずに、野菜等の安定供給を確保するためには、環境制御装置を導入した温室の割合を高め、生産性を向上させることが重要である。

農林水産省はオランダの施設園芸を参考に、

- ①高度な環境制御の導入
- ②雇用を活用した規模拡大
- ③地域エネルギーの活用

により日本の自然条件等に適した形で、我が国の施設園芸の課題を一挙に解決するトップランナーモデルとして次世代施設園芸拠点を立ち上げ、高収益生産の確立を図っている。これらの拠点は日本の気候に合わせて耐候性を高めた温室で、ICTを活用して複数の環境を組み合わせることで、周年・計画生産を実現し、収量を飛躍的に向上させる取り組みを行っている。さらに、

適切な作業計画の策定・見直し、従業員の適正配置や作業の標準化等により、雇用労働力を活用した効率的な生産を実現し、経営規模の拡大を図っている。

農研機構での施設園芸作業管理に関する基礎研究

農研機構では、施設園芸の作業管理を行うため、バーコードを利用し、トマトの株毎の作業時間を自動で記録できる簡易なシステムの研究を行った。バーコード作業管理システムを第1図に示す。

バーコードリーダー、マイコンボード等を利用し、収穫しながら株ごとの作業時間を自動で記録できるシステムである。バーコードは誘引クリップで主茎に取り付けた。情報収集作業としては、果実を収穫する際に、主茎に取り付けたバーコードを読み取り、コンテナに果実を入れ、スイッチを押す。収穫時間はマイコンにより計算し、マイコン付属のマイクロSDカードに記録した。

実験として農研機構植物工場つくば拠点のトマト長段養液栽培において、日本品種とオランダ品種を利用し、12月から6月までの間、7ヶ月間、システムにより収穫作業時間データを収集した。

試験の結果、1株の平均収穫作業時間は日本品種よりオランダ品種の方が短く、オランダ品種の方が省力的な品種であると考えられた。また、ハウス内気温が上昇したときの作業時間の増加が分かるなど、作業時間データは環境データと合わせて検討することが可能であった。作業時間の収集

は、植物工場の品種選定や栽培方法の改善、労務管理の向上に役立つと考えられた。

農業界のデータ利活用加速化

2019年現在の農業界は、予想通りICTだけでなく、ドローン・画像解析・人工衛星を利用し、省力化や効率性を求める時代となっている。

そういった中、絶対的に必要な人=労働力の有効活用も「労働生産性」という言葉で注目されている。

agisはこの動向にも追随しており、フレデリック・テイラーが提唱した科学的管理法のように、標準作業を設定の上、単位作業の標準時間を設定、作業者やチームでの単位作業時間計測やその作業品質を記録・評価し、賃金システムに利用したり、能力不足の作業者へ教育を施したりできるようになっている。

しかし、この標準作業設定には、日々の作業の種類や時間の計画が絶対であり、収量（収穫量）予測が難しい農業では、管理者のKKD（経験、勘、度胸）に依存せざるを得ない。

管理者が作業を決定する場合、下記のような情報を参考にしている。

- 栽培計画と作業実績（翌日以降の圃場作業の組み替えなど）
- 樹勢状況（生育状況、上がり調子or下がり調子など）
- 圃場環境情報（温度、湿度、CO₂、日射量、前日比など）

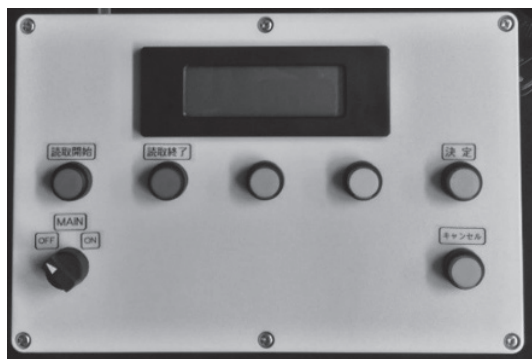


写真1 バーコード作業管理システム

これらは参照項目数にすると、数十種類のデータに及ぶ。

これら全てを踏まえ、現場管理の判断をする事は容易ではなく、人間が判断できる量を超過している。「現場の見える化」「トレーサビリティ」と称し、多くの産業でM2M、IoTを利用し、実施している事と同義である。

そこで、agisで得られたデータと環境制御情報を始めとしたその他の情報をビッグデータ化し、AI（人工知能）で解析、マイニング結果としての圃場管理者への適正な作業設定や環境設定をリコメンドができるように国機関と研究中である。

つまり、PDCAサイクルの「D」を自動認識シンボルで持続可能にしたagisが、「A→P」へのスパイラルアップをAI（人工知能）で実現しようというものである（※本取り組みを「PDCAi」コンセプトとして、商標登録中）。

これにより、経験則による伝統的農作物管理で定石となっている作業手順や環境管理手法に新たな管理指標を提示できることを目指している。

この実現は、作業者のみならず属人的で専任性の高い管理者に対しても

- ノウハウの継承の意味合いから後継者不足から解放（持続可能）
- 個人ではなく事業体として安定した危機管理・品質管理が可能
- 法施行された働き方改革にも対応した就農環境を整備可能

という改善を提供できるものとする。

その他、現在においては、自動化・省力化という観点では、下記のような取り組みが農研機構にて実施・評価されている。

農研機構の施設園芸省力化に関する最近の取り組み

現在、農研機構は新しい作業管理システム（QRコード型、NFC型）の開発を小林クリエイティブ社と行っている（写真2）。QRコード型（写真2-左写真）とNFC型（写真2-右写真）がある。QRコードは作物列の端に取り付けた（写真2-中写真）。

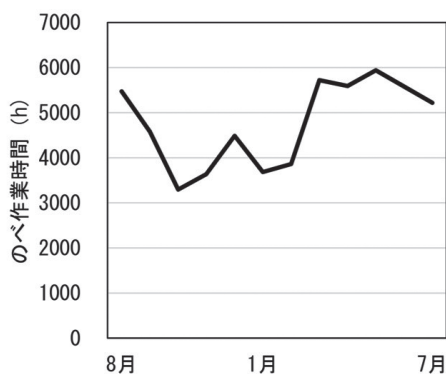
慣行の作業調査は施設園芸における作業管理の現状と重要性の確認のために必要である。ここでは1例としてイチゴの大規模栽培の調査結果を示す。

栽培面積は2ha、常勤雇用作業者数30名の大規模栽培ハウスであり、作業員全員の作業時間を野帳により、記録した。調査の結果、1ヶ月あたりの作業時間は3,000～6,000hであり、大きく増減している（第1図）。収量と全作業能率については収量の増加に伴って単位収量当たりの作業時間は少なくなり、作業能率は向上する傾向があった（第2図）。収量は生産法人の収入になり、作業能率は支出に結び付くので、作業時間を管理することは経営にとって重要である。また、作業時間は生育の状態によって変わるので、生育や生育に

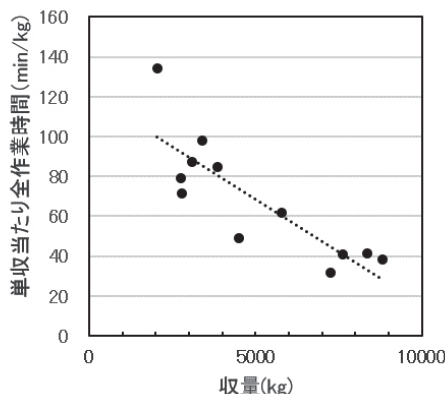


写真2 QRコード型・NFC型作業管理システム

影響を及ぼす環境と作業時間の関係を把握して経営を向上することも重要である。今後も農研機構においては施設園芸の省力化に関する研究を進める。



第1図 のべ作業時間の推移



第2図 収量と単収当たり全作業時間

おわりに

企業活動の根幹を「楽」「正確」「リアルタイム」に収集できる自動認識技術は、今後どのような新技術が生まれたとしても、その源流としての役割を果たすことと思う。

その技術を新市場に啓蒙することで、当社（及び関係会社）と農業界の発展を望むと共に、未開拓市場に対する自動認識技術の普及の一例となれば幸いである。

問い合わせ先

小林クリエイト(株)

〒448-8656 愛知県刈谷市小垣江町北高根115
TEL: 0566-26-5310 FAX: 0566-26-5308
URL: <https://k-cr.jp/product/contact/>

筆者紹介

松林 和幸

小林クリエイト(株)
アグリ事業部 エキスパート

<主なる業務歴>

1995年より約25年間、自動車業界を中心にトヨタ生産方式や自動認識技術を利用した生産物流情報システムの運用管理・営業・商品企画を担当する。

オンプレやクラウド、パッケージやスクラッチでの企画販売を実施しつつ、自動認識分野では平成16年度経済産業省「RFIDタグを利用したASEANリターナブル・コンテナ（通い箱）」

実証プロジェクト」において、UHF帯（当時は950～956MHz）RFIDの創成期にシステム実装を実現した。

<会社事業内容>

昭和12年に国産初の計測機器向け記録紙事業を創業して以来、ビジネスフォーム事業、データプリントサービスを中心とする業務受託事業、BtoBやBtoC向けのコンピュータシステム関連事業、ヘルスケアやライフケア関連事業へと領域を拡大。



太田 智彦

(国研)農業・食品産業技術総合
研究機構 農業技術革新工学
研究センター

高度作業支援システム研究領域
ユニット長

〒305-0856

茨城県つくば市観音台1-31-1

TEL: 029-838-8909

URL: <http://www.naro.affrc.go.jp/>

<主なる業務歴>

1995年入所し、トマト収穫ロボットの開発を行う。2005年にオランダのワーゲンゲン大学研究センターでキュウリ摘葉装置の開発を行う。2006年より、ドリフト低減型果樹用防除機など果樹生産の環境保全のための機械開発を行う。2013年より、大規模施設園芸のための作業管理システムの開発に取り組む。施設園芸、果樹生産のための省力化技術開発を精力的に行っている。

