調査・報告

センシング技術の農業分野への応用に関する調査研究（第2報）

種村　竜太*　小林　豊**　菅家　章***　木嶋　祐太****

Report of Market and Technology Trends of Sensing Technology in Agriculture

TANEMURA Ryouta*,　KOBAYASHI Yutaka**,　KANKE Akira***　and KIJIMA Yuta****

1.　緒　　言

国は農業を成長産業と位置づけ，稲作経営体への園芸導入や次世代施設園芸の導入を推進しており，農業の高度化に向けたシステム・機器・資材の開発が求められている。特に，園芸生産の作業管理は生産者の経験やカンに基づいていることが多く，若手や異業種からの新規参入では高い生産技術を持つまでに時間がかかる。そのため，技術のデータ化を図るとともに気象情報や生体情報に基づいた自動制御装置の開発が求められている。

そこで，本調査研究では工業分野で普及しているセンシング・画像処理技術を農業分野へ応用し，自動制御装置開発に向けた技術課題とその対策についての調査を行った。

2.　活動概要

2.1　研修会の開催

農業総合研究所と共催で平成 28 年 11 月 11 日に「農業分野における ICT 推進研修会」を開催し，参加人数は 60 名であった。講演内容は以下のとおり。

（1）新潟県農業における ICT 利活用の実態と今後の展望について
新潟県農業総合研究所

（2）アグリ・インフォマティクスの活用
～暗黙知から形式知への転換等～
NEC ソリューションイノベータ（株）

（3）養液土耕 ICT システムの紹介
～匠の技を普遍的な技術に転換～
（株）ルートレック・ネットワークス

（4）水田農業における ICT 利用の実例紹介
～アグリノートと PaddyWatch～
ウォーターセル（株）

農家数の減少・寡占化に伴う大規模化，生産者の高齢化による技術伝承問題など国内農業の課題解消のため農林水産省が「スマート農業」として検討を進めるなど，ICT 技術への期待は大きくなっており，質疑が活発に行われ，参加者の関心の高さがうかがわれた。また，現状では太平洋側での導入が多く，冬季の栽培が難しいことなどから新潟県や東北地方の日本海側では導入事例が少ないことが明らかになり，今後の県内への普及推進が必要であることが確認された。

2.2　市場や研究動向

2.2.1　環境情報のセンシング

温度・湿度・照度などの環境情報を遠隔からリアルタイムでモニタリングできるクラウド型サービスが既に始まっている。土壌水分や電気伝導率センサなどを取り付けられる製品もある。製品の内容は，センサで測定を行う「子器」と，そのデータを集約しインターネットサーバに送

*　下越技術支援センター
**　中越技術支援センター
***　研究開発センター
****　企画管理室

信する「親器」，サーバ上のデータを PC・スマートフォンで確認・管理するための「ウェブサービス」で構成されているケースが多い。

2.2.2　生体情報のセンシング

2 次元の RGB データに距離データ（Depth）を加えた 2.5 次元データを得ることが可能な，高機能で低価格な RGBD カメラの「Kinect」が発売された 2010 年以降，自動車分野や医療分野など各種産業分野で利用が進んでいる。農業分野においても草高や葉面積を非破壊で計測する研究がされている[1, 2]。また，超音波距離センサを用いた茎伸長簡易計測システムの開発が行われている[3]。

2.2.3　ディープラーニングの技術動向

農業におけるセンシングは自然条件下で行われるため，撮影時間，天候，ゴミや虫の異物混入など，様々な状況に対応しなければならない。人間であれば撮影時の状況を考慮して画像データから生育状況を判断できるが，同レベルの判断をコンピュータの条件分岐でプログラムするときは，状況に対応する膨大な条件プログラムが必要になる。また，プログラムされていない条件では，コンピュータは判断できない。そこで人工知能技術にも応用され，普及が進んでいるディープラーニングの利用について調査した。

調査の結果，ディープラーニングを農業分野へ応用するためには，農業分野に特化したシステムの研究開発が必要となることがわかった。ディープラーニングを利用するためには多くのデータを収集しなければならないが，データ収集には多くの労力と時間が必要である。それらを抑えるためには既存の学習データの活用や，農業分野以外で蓄積されたディープラーニングに関する技術の流用が考えられる。多くのデータ収集という部分では，本研究で様々なセンサを利用し，センシングを試みたことから，ディープラーニングに関する技術支援に役立つものと考えられる。

2.2.4　県内企業の動きと市場参入時の課題

革新的農業実践特区である新潟市において，NTT 東日本新潟支店と新潟クボタが切り花栽培での農業 ICT ソリューションのトライアルを実施している。ほ場にバッテリーレスのセンサを設置し，温度・湿度・日射量といった環境情報を自動的に収集し，分析しながら施設栽培での新たな知見獲得を目指している。

また，弊所で開催したセミナーのアンケートや情報提供の活動で企業調査をしたところ，生体情報センシングや，制御装置の開発に関心がみられる一方で，現状のモニタリングシステムについては，取得したデータを生産者が十分に活用できない現状が明らかとなった。

3.　工業技術総合研究所の取り組み

3.1　センシング装置の試作

環境情報としては温度・湿度・照度・CO_2 濃度・土壌水分などのデータを，生体情報としては茎径・葉面積・葉面電位などのデータを収集するセンシング装置を試作し，データの活用方法について検討した。茎径と葉面積はカメラ画像を OpenCV で画像処理し，解析した。

試作した装置はイントラネットやインターネットへ接続でき，他のセンシング装置や PC と計測データの情報共有ができる。また，各装置へ計測データを保存する仕様にしたので，LAN 環境が整備されていない「ほ場」においてもセンシング装置を利用できる。特別なソフトウェアを PC へインストールしなくても撮影結果と計測結果を確認できるよう，ブラウザで表示可能にしたので，センシング装置と PC を直接 LAN 接続することで，ほ場においても撮影結果の確認や計測データの確認ができる。

3.2　イチゴ栽培における植物体センシング

ワンボードマイコン「Raspberry Pi 2 Model B」と専用カメラモジュールからなるセンシング装置をイチゴ栽培施設に設置して鉛直方向からセンシングした。画像処理を行うことにより

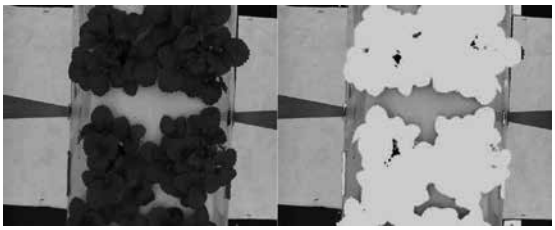

図 1　画像処理による群落葉の抽出

受光葉面積を算出でき（図 1），生育に伴う葉面積の増加や葉かき作業による葉面積の減少をとらえることができた。収量や果実品質データと合わせて解析することによって，高品質生産に向けた生育モデルの構築が可能と思われる。

3.3　マイクロスコープによる茎径センシング

昨年度，実験室レベルでは USB マイクロスコープを用いてトマトの茎径をセンシングできることを報告した。今年度は実際にトマトほ場での実験を繰り返しながら茎径センサの改良を試みた。まず，トマトの茎付近に USB マイクロスコープを設置し，茎を撮影した。撮影した画像には，トマトの茎以外にも枯れ枝，薬剤のしみなどが撮影されている。これらは茎径の算出に影響を与える。そこで茎以外の物が写らないようにするための治具を 3D プリンタで試作した。治具は USB マイクロスコープの取付口と茎の背景板で構成されており， 枯れ枝や薬剤などが背景板につかないよう，背景板をコの字状にするなどの改良を加えた（図 2）。作成した茎径センサを用いて茎径の測定を試みた結果，生長に伴い茎径が増加している様子が確認できた。マイクロスコープから茎までの距離によるが，約 0.03mm の分解能で測定が可能であった。植物の水分状態によって茎径が変化することから，今後は茎径を指標とした自動水分制御装置を試作し，栽培実証をする予定である。

3.4　ホームページでの研究事例紹介

本研究調査の 5 事例を弊所のホームページで紹介した（①カメラによる植物の認識，②小型コンピュータを用いた生育情報の収集，③トマトほ場で様々なセンサのデータ収集，④トマトの茎径センサ，⑤葉面電位センサ）。

図 2　試作治具を用いた撮影風景

4.　結　　言

(1)「農業分野における ICT 推進研修会」を開催した。農業分野における ICT 活用は期待される技術であり，幅広い業種の企業から多くの方に参加いただいた。

(2) 温湿度や日射量など環境情報についてはクラウド型サービスを多くの企業が展開している。一方，生体情報のセンシングについては開発途上である。

(3)「Raspberry Pi」と Web カメラやマイクロスコープを用いることにより，群落葉面積や茎径などの生体情報のモニタリングが可能であることがわかった。

(4) 研究事例を工業技術総合研究所のホームページに技術トピックとして掲載した。

参考文献

1) 大山暁男ら，“トマト分離集団を用いた草高と葉面積の非破壊測定の制度評価”，園芸学研究，16（別 1），2017，p.328.

2) 浜本浩ら，“Kinect for Windows の深度情報から作物の受光体勢を評価する”，園芸学研究，13（別 2），2014，p.223.

3) 羽藤堅治ら，“生体情報と環境情報のためのデータベースシステム構築”，日本生物環境工学会 2016 年大会　講演論文要旨，2016，pp.232-233.