

# 農業 ICT を実現する施設栽培支援システムなど

## IoT の実践

～既存設備でもどこでも設置できる IoT～

株式会社 四国総合研究所

### ■ 執筆者 Profile ■



2012 年 株式会社 四国総合研究所 入社  
取締役電子技術部長  
2018 年 現在 顧問

白方 博教

### ■ 論文要旨 ■

研究所では設備のエネルギー効率向上、農作物の病害虫の防止・収量向上などをかかる研究開発を実施している。これらには現状把握、課題改善のため、現場のデータ収集・分析が必須である。この実現には既存環境でのデータ収集・分析システムが必要であるが、センサの設置、データ回収を行うための電源や通信線がない場合が多い。これに対応できるよう、電子技術部ではシステムの大幅な消費電力量の削減、簡単設置の無線通信ネットワークを実現して、既存環境でもどこでも活用できる IoT システムを開発した。

システムの機能・性能を実証するため、電源・通信線のない環境が多い農業分野において農業 ICT を実現する施設栽培支援システムとして適用して、利用者から高い評価を受けるなどシステムとしての実用性を確認した。開発したシステムは農業分野に限らず広汎な分野に適用され成果を上げており、どこでも設置できる IoT システムとして活用できている。

## ■ 論文目次

<u>1. はじめに</u> .....	《 3》
1. 1 当社の概要	
1. 2 研究所におけるデータ収集・分析	
<u>2. システムの現状と課題</u> .....	《 3》
2. 1 データ収集・分析システムの現状	
2. 2 データ収集・分析システムの課題	
<u>3. システムの目的と構築</u> .....	《 4》
3. 1 新たなデータ収集・分析システムの目的	
3. 2 新たなデータ収集・分析システムの構築	
<u>4. 施設栽培支援システムなどシステムの適用と評価</u> .....	《 6》
4. 1 農業分野への適用課題と対応	
4. 2 システムの構成	
4. 3 システムの機能	
4. 4 システムの評価	
<u>5. システムの今後の展開</u> .....	《 14》
5. 1 農業 ICT での今後に向けて	
5. 2 広汎な応用分野への展開	
<u>6. おわりに</u> .....	《 17》

## ■ 図表一覧

<b>図 1</b> 施設栽培支援システムの基本的な構成.....	《 7》
<b>図 2</b> 施設栽培支援システムの農業ハウスへの設置事例 .....	《 8》
<b>図 3</b> 施設栽培支援システムの設置イメージ.....	《 8》
<b>図 4</b> センサユニットの内部構成 .....	《 9》
<b>図 5</b> データ収集ユニットの内部構成 .....	《 10》
<b>図 6</b> センサの現在値のモニタ画面 .....	《 11》
<b>図 7</b> 1週間分のトレンドデータ表示 .....	《 11》
<b>図 8</b> 異常通報設定画面.....	《 12》
<b>図 9</b> いちご栽培の定点観測画像 .....	《 13》
<b>図 10</b> 工場内での機器設置.....	《 15》
<b>図 11</b> 工場屋外での機器設置.....	《 16》

<b>表 1</b> センサユニットの主なセンサと入力仕様.....	《 9》
------------------------------------	------

## 1. はじめに

### **1. 1 当社の概要**

四国総合研究所は四国における技術開発推進の中核的存在を目指し、四国電力株式会社の研究所を母体として昭和 62 年 10 月に設立された。昨年、創立 30 年を迎えた従業員百数十名の企業で、香川県高松市にある本社研究所で全員が研究開発などの業務を行っている。

設立以来、電力やエネルギーの分野はもとより、バイオ、環境、エレクトロニクス、情報・通信、土木・地質などの分野に至るまで多岐にわたった研究活動を行っている。これらの幅広い分野で培ってきた技術やノウハウを活かし、電気事業の経営効率化に役立つ研究開発に加え、広く地域の皆様方から調査・研究・開発業務を受託するとともに、研究開発から生まれた成果品の販売などを行っている。最近話題となっている水素社会に向けては、水素などのガス濃度遠隔計測装置や人の目には見えない水素火炎可視化装置などを開発している。また、四国の民間研究開発機関として、大学・自治体・地元企業との共同研究などを通じて、地域社会の振興発展に役立つ研究開発にも取り組んでいる。

### **1. 2 研究所におけるデータ収集・分析**

研究所では、既存設備の改善・改良および新たな設備や計測装置の開発・検証などの研究開発のために、データ収集・分析を行い、現状把握と課題・問題点の抽出、研究開発後の検証を行っている。具体的には、

- ・設備においては、電圧・電流・電力量などの測定、気温・湿度などの周囲環境の測定を行い、設備稼働状況の把握を行い、エネルギーの効率向上をめざす
- ・農業においては、気温・湿度・日照などを測定することで栽培環境を把握し、栽培作物の成長、収量の変化、病虫害の発生状況の変化などを捉え、よりよい栽培環境の設定や構築をめざす

ことなどを行っている。

## 2. システムの現状と課題

### **2. 1 データ収集・分析システムの現状**

設備や環境のデータ収集・分析を行う場合、対象設備が情報通信設備や電力設備では、センサ機器の付属があったり、通信線を経由して計測データを収集することができるものもあるが、土木・地質や農業分野などでは、基本的にセンサ機器はない場合が多く、センサ機器を設置しようにも、センサ機器を動作させる電源がない場合がほとんどである。

センサ機器のための電源を設置しようとすると、既存に電源が来ている場所から遠い場合も多く、電源工事に費用や工事期間を要する場合も多い。電源があつてセンサ機器を設置できた場合でも、測定データをセンサ機器に保存しても通信線がないため、測定現場をまわってセンサ機器から測定データを収集する必要がある。測定現場が遠隔地にある場合には測定データの回収には出張などが必要であり、コストも期間もかかることになる。

## **2. 2 データ収集・分析システムの課題**

データ収集・分析の対象となるのは、新規設備の場合もあるが、ほとんどの場合は現在稼働している既存設備の場合が多い。新規設備の場合は、新たに設置するので、設置工事に併せて必要となる電源や通信線の工事も行うことができ、新規設備コストに比べると少額であり問題となることは少ない。既存設備の場合は、センサ機器を動作させるための電源、センサ機器が収集・保管したデータを回収するための通信線がない場合がほとんどであり、その設置工事費用や工事期間が問題となる。

したがって、既存設備など、どのような設備環境、どこにあっても、データ収集・分析できるシステムの構築が求められている。

## **3. システム目的と構築**

### **3. 1 新たなデータ収集・分析システムの目的**

どのような設備環境、どこでも利用できるデータ収集・分析システムを目指すことが必要であり、それに対応できる IoT システムを構築することが求められている。

電源がない場合、電池駆動によるセンサを設置することがまず考えられる。しかし、単純に電池駆動のセンサを導入すると定期的に電池交換を行う必要が生ずる。収集するデータ量や頻度にもよるが、一般的に週に一回など頻繁に電池交換しなければならない場合が多い。

通信線がない場合、センサ機器でのデータ蓄積やデータロガーの設置が必要となる。データロガー設置ではこの機器の電源も必要となる。測定現場のセンサ機器やデータロガーからのデータ回収が必要となり、定期的に人手などの手間がかかる。また、人手などによるデータ回収では、収集データに基づきリアルタイム分析や制御はもちろんのこと、分析に基づく設定変更などを的確に行うことは困難になる。

定期的に電池交換やデータ回収を実施すると、人手や電池などのコストがかかり、頻繁に行えば、大きなコストとなる。データ収集のコストが改善により得られる期待効果より大きくなると実施することが難しくなる。

これらの課題をクリアするためには、  
・電池交換を数か月に一回未満程度にする  
・データ回収を通信線がなくても実施できるように無線通信を活用することなどが考えられる。

政府が進めるソサエティ 5.0 ではリアル世界のセンサからの情報をサイバー空間に集積することで、これまでにはできなかった新たな価値が産業や社会にもたらされることを実現しようとしている。この実現には、ものづくり、農業、エネルギー、防災など広汎な分野でデータ収集・分析するシステムが必要であり、これらを推進していくためには、設置環境などに関わりなく、対象設備などが大規模な場合だけでなく小規模なものでも適用できる IoT システムが必要である。

### **3. 2 新たなデータ収集・分析システムの構築**

どこでも、電源や通信線がないような既存設備環境でも利用できる新たなデータ収集・分析システムを実現するため、商用電源が利用できるだけでなく、電池給電でも稼働

するセンサ機器を用いて、有線通信と無線通信の両方を用いることができる IoT システムを構築する。電源と通信に関する具体的な対策を説明する。

### (1) 電源対策

電源対策としては、電池交換の頻度を減らすため、  
①太陽光発電、風力発電などを活用して充電する  
②消費する電力量を削減する  
などの対策を実施する。  
①太陽光発電、風力発電などを活用して充電する対策はセンサの設置環境に依存する。屋外などで十分な日射が得られる場所であれば太陽光発電、恒常に風が吹く場所であれば風力発電などが活用できる。これらの発電方法については、気象庁や環境省などの公的機関が提供している設置場所の日射量や風況のデータを活用することで、得ることができると発電量を推定することができる。工場内や建物内部などでは利用できない場合が多いが、電源工事や電池交換は比較的容易であるので問題はない。

②消費する電力量を削減する対策は、根本的な対策である。まずはセンサ機器の消費電力の削減である。必要とする計測データの収集周期に応じて、計測時以外にはセンサ機器の電源をオフするなどセンサ機器の動作をスケジューリングすることで、消費電力量を削減する。次に、収集した計測データを送信する通信機器の消費電力の削減である。通信線を利用してデータ通信する場合は消費電力量は比較的少なく、通信線を利用する給電も可能であるが、通信線がない場合に無線通信でデータ送受する場合は消費電力量が大きくなる。無線通信を行う場合は、計測データを蓄積しておき、必要な計測データの回収周期に応じて、必要時のみ通信機器の電源をオンするなど通信機器部分の電源オンオフをスケジューリングすることで、消費電力量を削減する。しかし、計測データの収集周期や送信周期が固定では、防災のために地滑りや河川水位などを計測する際に急激にデータが変化した場合などに対応できないため、データ変化量などに応じてスケジューリングを変化できる機能を有している。

これらの対策によって、消費電力量をできる限り削減するとともに、太陽光発電や風力発電などによる充電量を想定し、データ収集の周期に応じて必要となる十分な容量を持つ電池を装備する。太陽光発電や風力発電などによる充電が行えない環境の場合は電池駆動にならざるを得ないが低消費電力を実現することで電池交換頻度年1回程度を可能としている。

### (2) 通信対策

データ収集・分析システムを現場に設置するのは研究開発者や設備現場にいる方となる場合が多い。既存の有線通信を利用する場合は、通信ネットワーク管理者に事前にセンサ機器を設置することで依頼すれば、管理者が必要な設定などを事前に実施することで、その指示に従って、簡単にセンサ機器を設置することができる。しかし、新たに無線通信を利用する場合は、設備現場に通信ネットワークはないため、通信ネットワーク管理者はない。無線通信機器を現場に設置する場合、通信経路設定や周波数帯の電波干渉防止をはじめとする無線通信ネットワーク設定が必要となる。データ収集・分析システムを現場に設置する方は一般的に通信ネットワークの知識・技術は乏しいため、無線通信機器を現

場で容易に設置できる機能が求められる。これに対応するには、通信機器を現場に設置するだけで自動的に無線通信ネットワークの設定が行える通信機器を適用することがよいと考えられる。このため、開発した IoT システムでは、電池駆動可能な超小型機器への実装に向いており、安価で消費電力が少ないという特徴を持ち、自動的に機器間のメッシュネットワークを構成できる、近距離無線通信規格「ZigBee」を適用してセンサ機器のネットワークを構成することとした。

## 4. 施設栽培支援システムなどシステムの適用と評価

開発した IoT システムの機能・性能を実証するには、電源や通信線がない厳しい設置環境において実用性を示すことが適当である。このため、電源・通信線のない環境が多い農業分野において農業 ICT を実現する施設栽培支援システムとして適用することを考えた。

### 4. 1 農業分野への適用課題と対応

開発した新たなデータ収集・分析システムを農業分野に適用することを考えると、他の分野と比べて異なる、次のような課題が考えられる。

農業を実施しているのは、ほとんどが個人経営などの小規模な農家であり、大規模な農業経営を行っているのは極めて少数である。小規模経営では収益も少なく新たな設備やシステムを導入することは難しい。このため農業での先進設備やシステムの導入などでは国や自治体などの補助金などが出る場合がある。補助金を活用する場合、設備導入は補助金の対象となるが、運用開始後に恒常的に必要となる運用費用に関しては補助金の対象となる場合はほとんどなく、運用コストができるだけ少ないものがよい。例えば、データ収集・分析にデータセンター やクラウドシステムを活用すると、高度な分析などが実施できるが、設置現場からの計測データを高速なデータ通信を介して蓄積する必要があり、利用に関して継続的に運用費がかかることになる。

国や自治体などによる補助金活用において、設備導入は補助金対象であるが運用後の恒常的な運用費用は補助金対象外となる要件は、農業だけでなく研究開発などについても同様である。これに対応できるデータ収集・分析システムにすることは、補助金活用を考える場合のシステムとして重要である。

当社における農業分野の研究開発では基本的な技術、手法の研究開発を研究所内の農業ハウスなどで行い、技術、手法が確立した後で、自治体の農業試験場や JA、農家の協力を得て、実際の農業ハウスなどで実証することになる。この場合、データ収集・分析システムにて気温・湿度などの栽培環境データ取得や農作物の成長・収量などのデータ提供を協力していただき、両者をあわせて分析することで効果などを実証する。

農家の場合、栽培などに関する独自のノウハウがあり、データ提供などに協力していただくために独自のノウハウが流出する可能性があるようなデータを外部に保存することを嫌う傾向が強い。このような場合も考慮したシステム対応も必要である。データセンター やクラウドシステムにデータ蓄積する場合、計測データを全部送信する必要があるため、通信データ量が大量になって高速の通信速度が必要となり、通信料金が高くなるとともに、データセンターなどでのデータ保存容量の増加や処理費用の増大にもつながり、運用費用

が大きくなる。

これに対応するため農業分野に適用する施設栽培支援システムにおいては、農家のデータの外部保存を避けること、運用コストの削減をはかること、などを総合的に考慮して、近年のマイクロプロセッサ処理能力が大きいことや半導体メモリの大容量化に着目し、データ収集・蓄積および分析をデータ収集・分析システム内で実施できるようにしている。マイクロ SD カードの保存容量も大量となっており、これを活用することで農業ハウスなどのデータであれば、10 年以上のデータ蓄積が可能であり、この蓄積データを活用してデータ分析ができるシステム構成としている。

#### 4. 2 システムの構成

農業分野向けに構築したデータ収集・分析システム、つまり施設栽培支援システムのシステム構成について説明する。基本的なシステム構成を図 1 に示す。基本的には、センサ機器を収容するセンサユニットと、データの蓄積・分析および自宅などの遠隔地との通信を行うためのデータ収集ユニットで構成する。データ収集ユニット 1 台に対して最大 16 台のセンサユニットを接続することができ、それぞれのユニットの間は屋外では実績として 100m 程度の距離がとれる。それ以上に距離が遠い場合には途中にセンサ機器を設置しないセンサユニットと同様な中継ユニットを利用することで対応することができる。

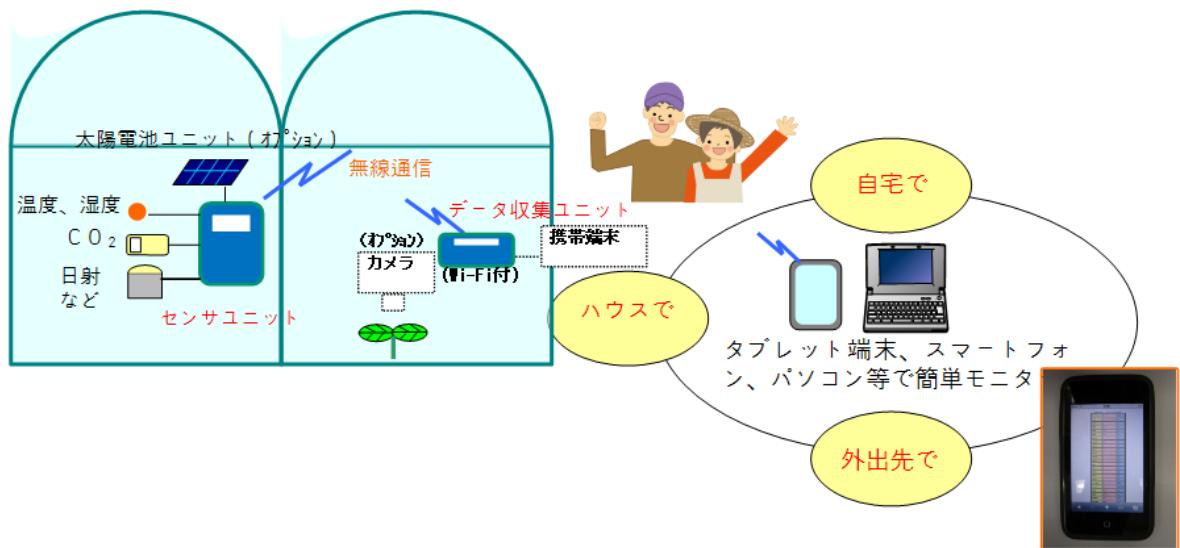


図 1 施設栽培支援システムの基本的な構成

施設栽培支援システムのセンサユニットを農作物を栽培する農業ハウスに設置した状況を図 2 に示す。



図 2 施設栽培支援システムの農業ハウスへの設置事例

センサ機器などの設置イメージを図 3 に示す。農作物を栽培する農業ハウスの設置場所の近くには農作業道具やいろいろな作業などを行う作業小屋があり、作業小屋には農業用の機器などを動作させるための電源がある場合が多いので、このイメージ図は電源ありとしている。電源がない場合でも太陽光発電や風力発電などで対応可能である。

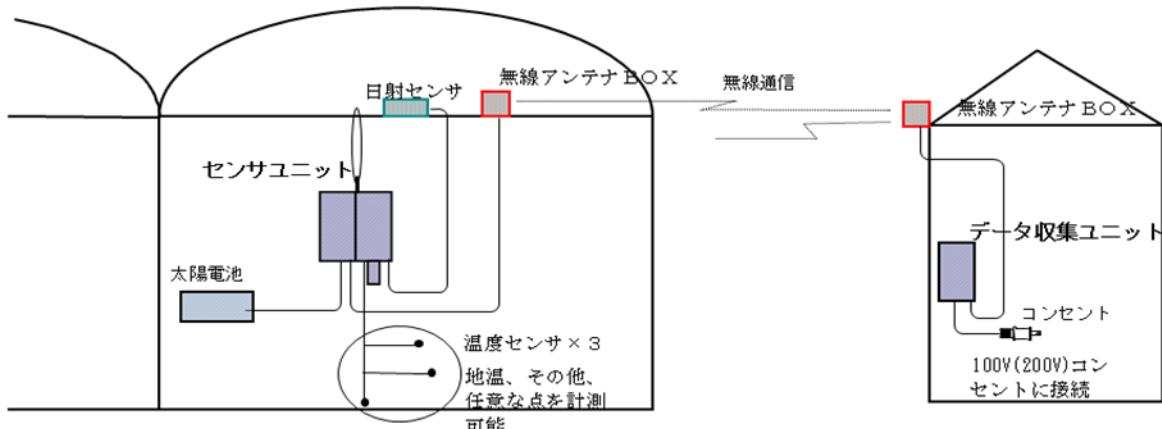


図 3 施設栽培支援システムの設置イメージ

#### 4. 3 システムの機能

データ収集・分析システムを構成するセンサユニットとデータ収集ユニットについて、ユニット内部構成と機能について説明する。

##### (1) センサユニット

センサユニットの内部構成を図 4 に示す。簡単にするために AC 電源に接続のものを示すが、電源がない場合はここに太陽電池などを接続する。

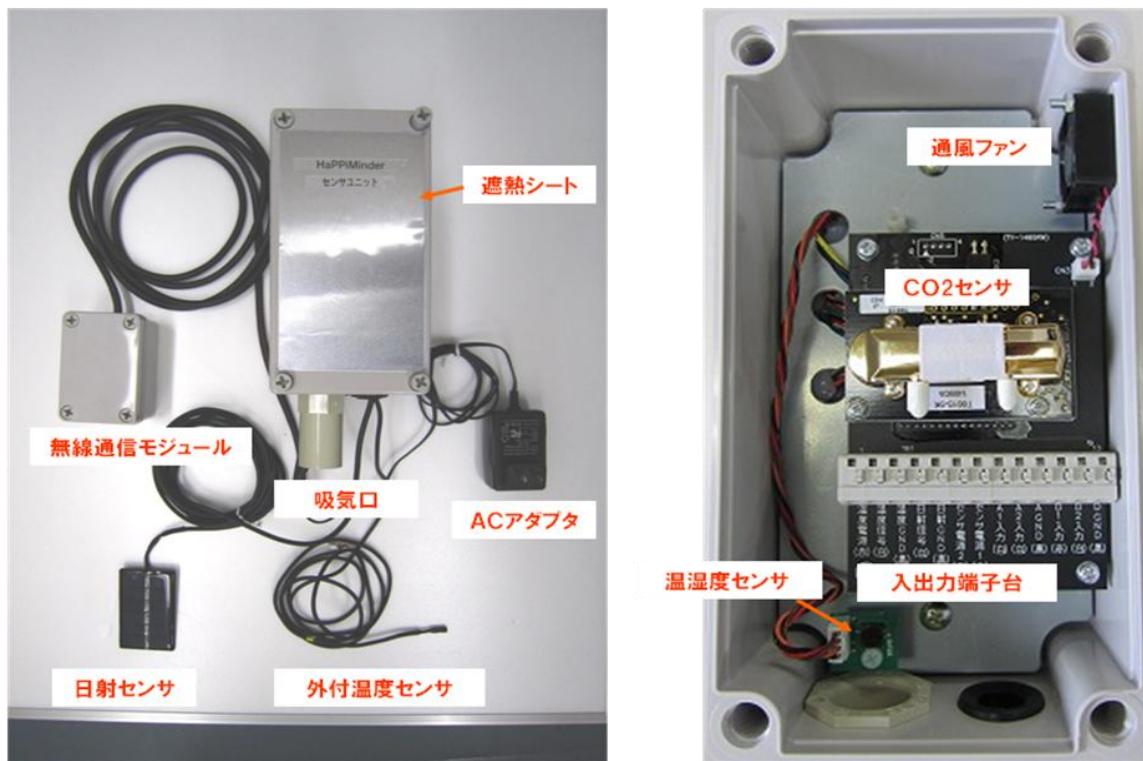


図4 センサユニットの内部構成

センサユニットの外形寸法は縦 180mm×横 100mm×奥 140mm、重量は約 1,200g で、消費電力は 0.5W である。

センサユニットの主なセンサと入力仕様を表1に示す。

表1 センサユニットの主なセンサと入力仕様

センサ・入力	数 量	仕 様
温湿度センサ (デジタルセンサ)	1個	○測定範囲: 温度:-40~125°C、湿度:0~100% ○精度: 温度: ±0.4°C(0~60°C) 湿度: ±2.0%(10~90%)、±2.5%(90~95%) ±3.0%(95~100%)
CO <sub>2</sub> センサ (アナログセンサ)	1個	○測定範囲: 0~5000ppm ○精 度: ±75ppm(0~750ppm) ±10%(750~5000ppm)
日射センサ (アナログセンサ)	1個	○測定範囲: 0~1500W/m <sup>2</sup> ○精 度: ±10%
温度センサ (デジタルセンサ)	3個 (16個まで追加可能)	○測定範囲: -55~125°C ○精 度: ±0.4°C(-10~85°C)
アナログ信号入力	2点	入力仕様: DC 0~3V (分解能: 0.1mV) (各種市販のセンサ信号などを接続可能)
デジタル接点入力	2点	入力仕様: 無電圧接点(1点はパルス入力可能) (機器の故障信号や人検知センサーなど接続可能)

栽培する農作物の生育状況の確認などを行うカメラ機能については専用のセンサユニットとしてデータ収集ユニットに接続する。1台のカメラユニットに3台のカメラを収容することができる。

## (2) データ収集ユニット

データ収集ユニットは、データの蓄積・分析および自宅など遠隔地との通信を行う。データ収集ユニットの内部構成を図5に示す。簡単にするためにAC電源に接続のものを示す。AC電源がない場合は必要な発電容量を持つ太陽電池および充電式電池などを接続する。AC電源接続の場合もデータ収集・蓄積や通信時の障害防止などのため万一の停電に対応する停電対策用電池を内蔵している。

データ収集ユニットの外形寸法は縦180mm×横100mm×奥140mm、重量は約1,200gで、消費電力は2.0Wである。

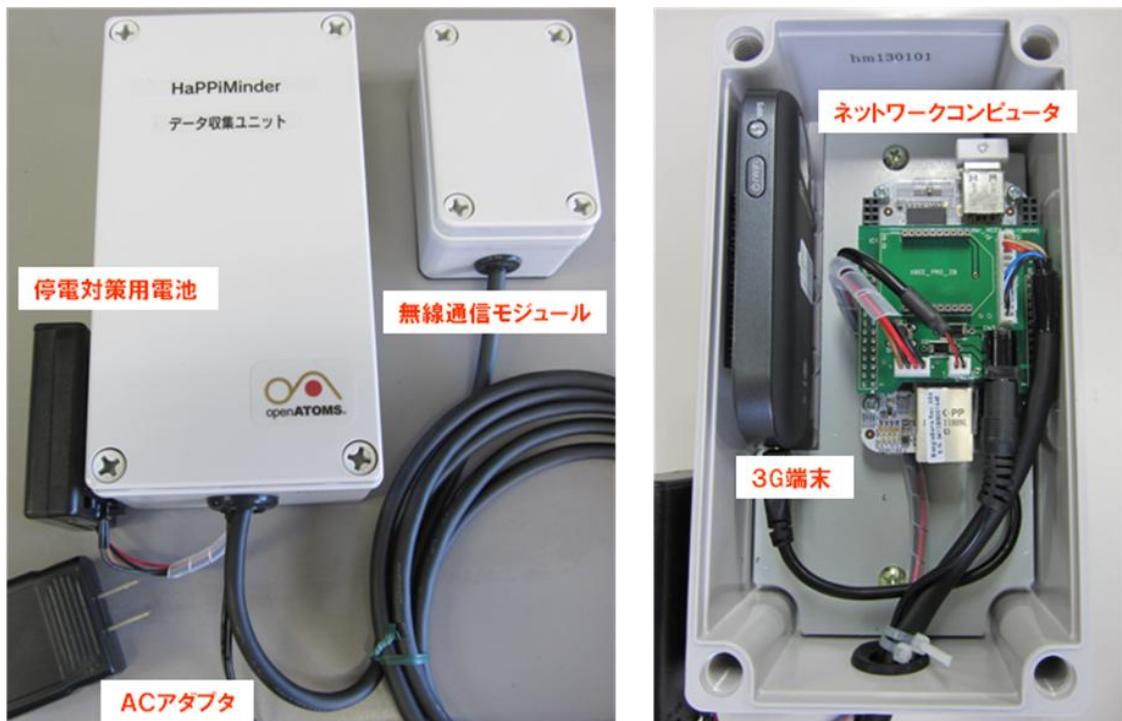


図5 データ収集ユニットの内部構成

データ収集ユニットでは、現在データの表示、蓄積したデータについてトレンドデータの表示、最高・最低・平均・積算などの表示、グラフ化など基本的な分析結果を、市販のスマホやパソコンなどに内蔵されているWebブラウザを用いて簡単にワンタッチで表示できるシステムを組み込むなど、日常の栽培管理が簡単に実施できるようになっている。センサの現在値のモニタ画面を図6に示す。蓄積データの簡単な分析結果の事例として、図7に1週間分のトレンドデータ表示画面を示す。また、蓄積データをインターネットなどを通じて、パソコンなどにダウンロードすることができ、試験研究者や管理者が表計算ソフトなどを利用することで、独自の分析を行うことも簡単にできる。

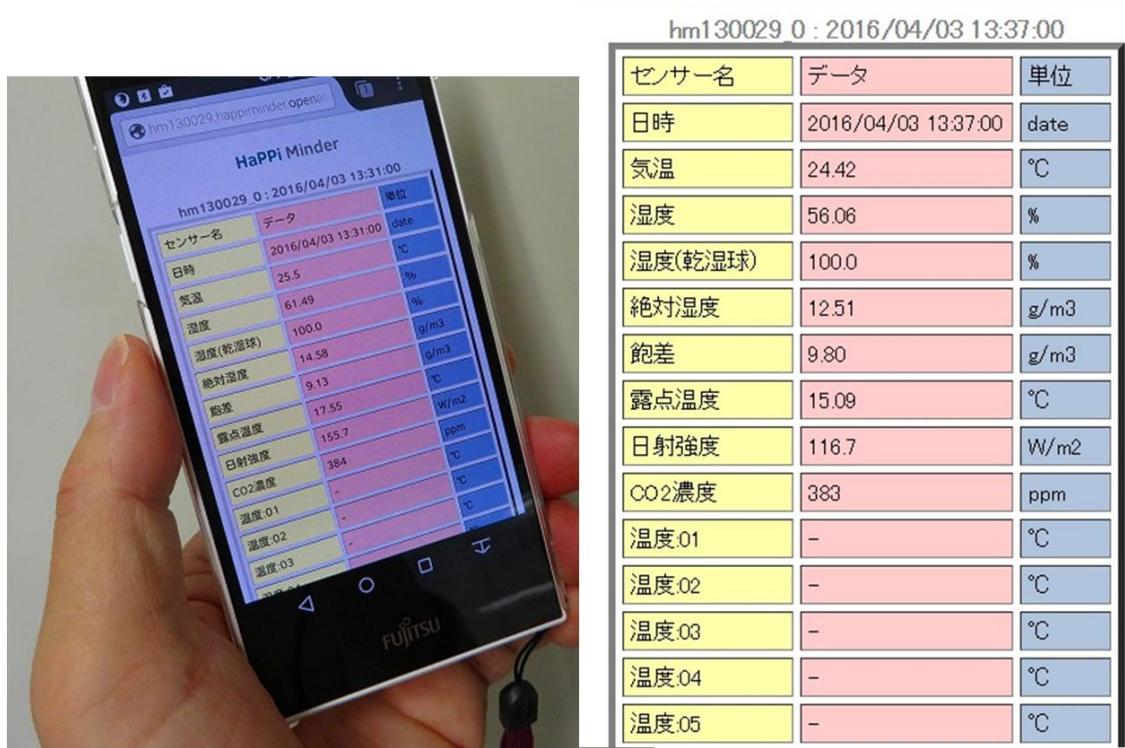


図 6 センサの現在値のモニタ画面

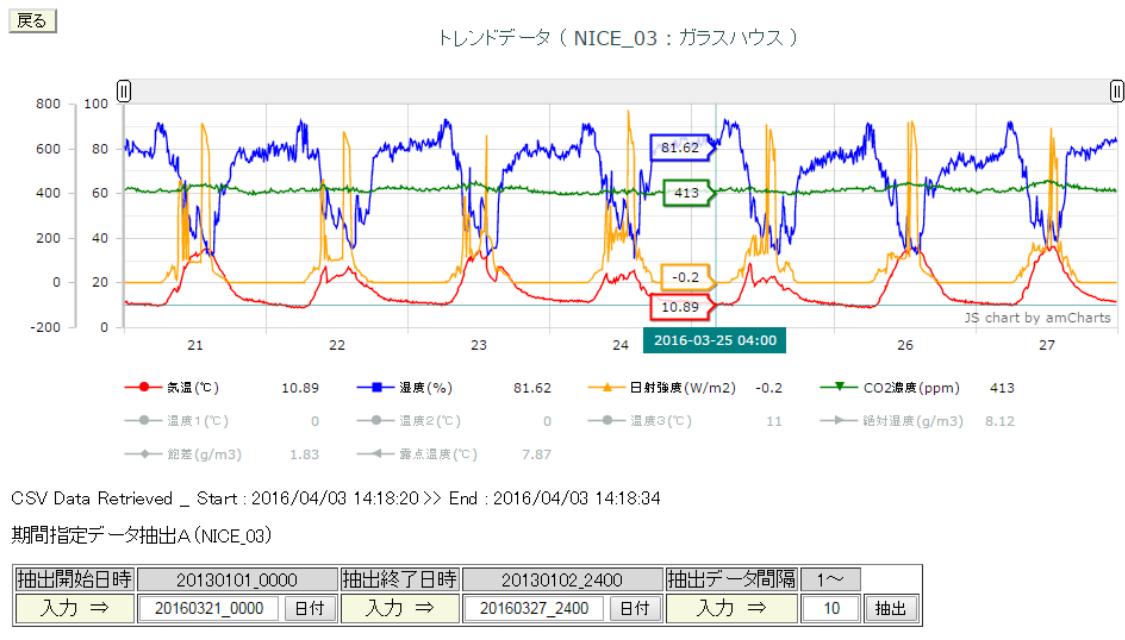


図 7 1週間分のトレンドデータ表示

センサ情報をモニタするだけでなく、農業ハウス内のセンサの条件設定を行うことで、温度異常などの警報メールを送出したり、農業ハウスに設置した機器に対する制御信号を送出することができる。図 8 に異常通報設定画面を示す。

NICE_00 異常通報設定						
1:入力選択	下限値	上限値	開始時刻	終了時刻	平均時間(秒)	送信周期(秒)
気温	10	30	0600	1800	600	600
通報先	openplanet@ezweb.ne.jp					
通報文	室内気温が設定範囲外となりました					
2:入力選択	下限値	上限値	開始時刻	終了時刻	平均時間(秒)	送信周期(秒)
湿度	10	90	1800	0600	600	600
通報先	openplanet@ezweb.ne.jp					
通報文	室内湿度が設定範囲外となりました					

図8 異常通報設定画面

#### 4. 4 システムの評価

農業生産者、及び、農業試験場などの試験研究者・管理者からの評価と、システムの構築概要・スケジュールなどについて説明する。

農業生産者や試験研究者は、主には施設栽培の盛んな高知県で、豊富な農業経験を持ち、品質向上などに熱心な方が中心である。農業生産者はICT関係の知識はほとんどなく、試験研究者はパソコンなどを業務で使用しているが、通信関係の知識技術はほとんどない方である。

##### (1) 農業生産者からの評価

これまで厳寒期は夜間低温になると生育障害が発生したりするのでハウスの暖房が気になったり、雨天時や春先、晚秋などハウスを閉め切っている時はハウス内が高湿度となり病害発生の恐れがあるため時間に関係なく夜間にでもハウスに出向いて確認していたが、システム導入後は自宅でもハウスの状態を確認できるため、管理が楽になった。温度異常や湿度異常の警報メールを設定しておけば、異常をメールで知らせてくれるため必要な時だけ出向けばよく、安心感がある。ハウスを離れていても、いつでもスマホなどでハウスの状態を確認できるので安心でき、便利である。肉体的にも精神的にも楽になった。異常などに適切に対応できるため、生育障害や病害虫発生の防止ができる、収量向上にも役立った。

これまで主に経験や勘に頼ってきたが、データで管理、確認できるようになり、自信を持って栽培できるようになった。後継者の育成や新規就農者への技術継承もデータに基づいてノウハウの指導ができるので継承しやすく理解が早い。

システム設置に関して、これまで電源や通信線などの工事が必要で、メーカや工事業者に依頼するため費用も時間もかかったが、工事もなく簡単に設置でき導入費用が安くなった。また、データ通信料などの運用費用は月額千円未満で安かった。

上記のように、農業生産者から高い評価をいただいたことから、農業分野の研究開発の実証などで協力をいただいている自治体、農業試験場、JA、農家などから施設栽培に実際に活用したいということでシステム提供の要望があった。このため、農家の方などにも簡単に利用できるようカスタマイズを行って専用システムとしてライセンス提供を行い、地元メーカーが施設栽培支援システムを製造・外販することで対応している。

## (2) 試験研究者・管理者からの評価

従来は、ハウス個々を巡回して、ロガーからデータを回収して、表計算ソフトなどで処理していたが、システム導入後はいつでも必要な時に数多くの試験ハウスの環境データを一度に確認して、ダウンロードしてデータ収集できるので、データ収集、分析作業の負担が大幅に軽減した。

従来は、長期間のデータを表計算ソフトなどで処理しながらデータ整理していく、非常に時間がかかっていたが、最高、最低、平均、積算、比較など、評価に必要な分析データをモニタリング、ダウンロードできるので非常に便利で、研究用データとしてすぐに利用できる。

従来も頻繁にデータ収集・分析が必要な場合は対応できるよう設備を用意していたが、センサ機器やデータロガーの設備構成に比べて工事も含めて設備導入が大幅に安価になり、データ通信料も月額数千円が千円未満になるなど、コスト削減や時間短縮に大きな効果があった。また、ハウスが増えても通信費は安価なままなのでコストパフォーマンスがよい。

研究所としては特殊な植物などの栽培受託なども行っている。これまで生産状況などをデータや写真などによる月間レポートなどの資料提出で定期報告することを行っていた。システムを活用すれば、センサデータやカメラデータに対して発注者からのアクセスを可能とすることで、いつでも生育状況を確認でき、発注者からいつでもすぐにわかるなど安心感があり好評で、受託継続や拡大などにつながっている。図9にいちご栽培の定点観測画像を示す。



10月6日



2月13日

図9 いちご栽培の定点観測画像

### (3) システム構築概要・スケジュール

開発した IoT システムの基本技術は過去の研究開発の中で保有しており、汎用的なシステムとして構築していた。今回、システムの実用性を検証するため、農業分野の研究開発者からの相談・要望を受けて、課題解決できるよう農業分野向けの施設栽培支援システムを構築することとした。システム構築に着手してから、半年程度の期間で試作システムを構築した。農業ハウスなどの利用を通して改良を行い、1年程度でシステムを完成させた。施設栽培支援システム構築に要した人役は 10 人月程度である。

## 5. システムの今後の展開

開発した IoT システムの実用性を示すため適用した農業分野向けの施設栽培支援システムとしては、農業ハウスなどの施設栽培での活用範囲の拡大を行うとともに、施設栽培以外の農業分野での活用拡大を行っている。IoT システムとしては、接続するセンサなどの入出力機器を変更することで、本来の目的である広汎な分野で現在活用されており、今後も更なる活用分野の拡大が期待される。

### 5. 1 農業 ICT での今後に向けて

システム機能で説明したように、センサユニットに接続できる機器についてはアナログ信号やデジタル信号の入力ができるとともに、また出力も可能である。これらを活用することで多種、多様なセンサを接続することができ、接続実績のある市販センサの例として、土壤水分センサ、土壤水分・電気伝導度(EC)センサ、デジタル土壤水分吸引力(PF)計などがある。この他のセンサも接続可能であり、農業分野でいろいろな計測ができる。

システム機能でセンサの一つとしてカメラユニットを説明したが、カメラとして栽培作物の生育状況の記録や収穫時期などの確認に利用している。これだけでなく、画像データとして取り込むことで、画像処理技術などを活用することで植物成長のセンサとしたり、葉のしおれ監視を行うことで水分補給のセンサとして活用することなどが実施されている。

センサユニットから計測データの入力だけでなく、出力も可能であるので、監視だけでなく、計測データの収集・分析に基づき、制御機器に対するオンオフなどの制御信号を出力することで冷暖房、除湿などの制御への活用も行っている。

施設栽培支援システムが正常稼働していることを確認するため、研究所の監視サーバーとの間で稼働状況に関する定期通信を行い、システム稼働状況の管理を実施している。また、計測データの機器内保管を行っていることから必要に応じて二重化などの保管データの安全対策を実施している。

計測データの機器内保管では、多数の農業ハウスの場合、特に遠隔地に分散設置された農業ハウスに対応できることになるが、当初より多数のハウスの集中管理に対応できる機能を持っている。計測データを機器内保管するだけでなく、データセンターなどの集中管理に対応できるよう、計測データをデータセンターへアップロードできる機能を有している。

上述したように、データ収集・分析や制御に対応できるだけでなく、データセンター

などの活用による稼働管理、遠隔地などに分散する多数のハウスの集中管理などにも対応できることから、小規模から大規模まで、農業ハウスだけでなく、植物工場などでも活用されている。

基本となるシステムの設計は接続できるセンサなどの自由度が高くできているので、農業分野で今後も幅広く活用していくことが可能と考えている。

## 5. 2 広汎な応用分野への展開

IoT システムは、低消費電力で無線通信可能なデータ収集・分析システムとして設計しており、多種・多様なセンサ接続や分析など高い処理能力を持つということで、本来の目的である広汎な分野への適用を行っている。

具体的には、次の適用事例があり、成果を上げている。

製造業などの工場設備に対して、電源が取れない場所や通信線がない場所がある場合でも、省エネルギー化、生産プロセスの効率化、設備の異常監視、作業環境管理、及び、防犯などの目的で活用している。電力量や気温、湿度、照度、騒音、塵埃、人検知などのセンサを用いてデータ計測を行っている。事例として、工場内の機器設置を図 10 に示す。工場屋外での機器設置を図 11 に示す。



図 10 工場内の機器設置



図 11 工場屋外での機器設置

人家などがなく配電線もない地域や、携帯電話エリア外の地域では、これまでデータ計測収集を実施しようとすると、電源工事などで長期の工事期間や多額の工事費を必要としていたが、低消費電力のシステムとなっていることで、太陽光発電や風力発電を活用して電源を確保し、衛星通信などを活用することで、特殊環境でのデータ収集・分析などにも対応している。

原子力発電所での放射線モニタリングでは、常設はもちろんのこと、電源設備や通信線のない場所でも活用できることから、工事期間だけのダストモニタリングなど臨時的なニーズにも対応している。異常気象による集中豪雨などによる土砂災害が近年多く発生しているが、地滑り地域の監視など災害監視のモニタリングなど常設だけでなく一時的な臨時設置にも柔軟に対応している。このような分野では高い信頼性が必要となる場合が多いが、センサユニット、データ収集ユニットなどシステムの内部構造を多重化することができるため、高い信頼性を要求される用途に対しても対応できている。

システム機能に関しては、次のような機能強化を継続的に実施しており、更なる適用分野の拡大が今後も期待できる。

電源では、低消費電力で稼働できることを更に追求していくことで、振動発電などの微量な発電量での活用にも対応している。

通信では、より広範囲での利用やより低消費電力で稼働できるようにするために、新たに利用することができるようになった通信規格へ対応している。具体的には 900MHz 帯を利用することで、通信到達距離を延ばすことや障害物があっても回り込みにより通信でき

る範囲を拡大している。低消費電力・遠距離通信可能な LPWA (Low Power Wide Area) に 対応することで、数 km から数十 km の長距離通信が必要な場合にも活用できるようにして いる。

処理能力では、マイクロプロセッサの処理能力向上に応じて、適用するプロセッサの処 理能力を向上させ、加速度解析などによるセンサ精度の向上やより高度な分析を実現して いる。

## 6. おわりに

最近、テレビや新聞、雑誌などで毎日のように話題となっている IoT の活用であり、 いろいろな企業などの活用事例が紹介されている。多くの事例が紹介される関係で自社 での活用を上司から指示される方も多いと思う。自社での実施を考えた場合に、難しい問 題があると考えている方も多いのではないかと思う。効果をあげるには現状で何がボトル ネックになっているかを知ることが重要である。そのためにはデータ収集を行う必要があ るが、現場では設備が古くセンサが付いてなくデータが取れない、センサを付けようにも 動かす電源がない、計測データを収集しようにも通信線がない、などの厳しい現実がある。 また、紹介される事例は、アピール度の高いものになりがちで、効果が大きく大規模なも のが多い。自社の適用を考えた場合、確実でないものに大規模な投資は難しく、効果が大 きなものを考えると非常に難しいことになる。

IoT が広がっていくためには、最初から大規模なものや効果が大きなものを目指していくよりも、小規模なもの、少しの効果でも期待できるものに適用して、実績を積んでいく ことが大切である。このためには、小規模でもシステムが効果を発揮していく既存 設備環境に容易に設置することができ、データ収集・分析して、現状の課題・問題点を把 握して改善していくことが重要である。

今回紹介した施設栽培支援システムの事例では個人農家で活用して成果を上げており、 小規模設備でも活用できることを示している。広汎な応用分野で事例紹介しているよう に工場などで活用できるだけでなく、配電線がなく携帯電話も利用できないような厳しい設 置環境でも適用できることを示している。

当社の事例などを参考にコストをかけずに既存設備環境での課題・問題点をデータ収 集することで把握し、改善を実現していただければと考えている。

以上

## **参考文献**

[1] ZigBee: 「ZigBee(ジグビー)とは - コトバンク」

参考 URL: <https://kotobank.jp/word/ZigBee-4122>

[2] 900MHz 帯: センサネットワーク向け 900MHz 帯の標準化動向

参考 URL: [https://www.oki.com/jp/otr/2011/n218/pdf/218\\_r29.pdf](https://www.oki.com/jp/otr/2011/n218/pdf/218_r29.pdf)

[3] LPWA: 総務省「平成 29 年度情報通信白書」第 1 部 特集 データ主導経済と社会変革

第 3 節 IoT 化する情報通信産業 (2) LPWA

参考 URL:

<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h29/html/nc133220.html>