

ハウス栽培における栽培環境データ及び作業日報のクラウド化

篠原 弘徳^{*1} 篠崎 健一^{*2} 柏 雅一^{*1} 石田 芳明^{*2} 杉山 健一^{*3}

Cloud computing of cultivation data by hothouse

Hironori Shinohara^{*1}, Kenichi Shinozaki^{*2}, Masakazu Kashiwa^{*1}, Yoshiaki Ishida^{*2}
and Kenichi Sugiyama^{*3}

Abstract - In order to harvest tomatoes high-quality and high-yield, gather information of hothouse and awareness of worker, quickly action are needed. We developed to support this action, gathering cloud server system of hothouse and daily input.

Keywords: ubiquitous · mobile · wearable, I/O, usability, smart agriculture

1. はじめに

農作物のハウス栽培において、高品質な作物の高収量化を実現するには、空気中、培地、灌水の環境データを基に、適切な栽培管理を行う事が必要となる。

栽培業者には、これらの情報を基に病害虫、生理障害の防止のほか、作物の生育を促進する栽培管理が求められる。

これらの栽培管理を行うには、複数の情報を収集し、判断することが必要になるが、ハウス内の情報は現場の制御盤ごとにデータが分断されており、収集に手間がかかっている。また、複数の制御盤ごとに同種のセンサ(例えば気温センサ)を持っている場合があり、情報の重複、またセンサコストの増加の一因となっている。

さらに、栽培管理にはハウス内の定量データ(温度、湿度など数値化された情報)の他、葉、茎、果実、培地などの定性データ(例えば上の葉は緑が薄く、下の葉は濃い)など、現場でしか分からない情報が必要となる。現状では紙情報で日報として保存されているが、これらをハウス内情報と合わせてサーバ上に保存すれば、参照が容易となり、より密な情報の把握とそれに対する行動が可能となる。

本稿では、農林水産省の「農業界と経済界の連携による先端モデル農業確立実証事業」で研究している『高溶存酸素ファインバブル水を用いた養液土耕栽培手法の確立』にてトマト栽培用に開発した、図1に示す栽培環境計測システムの構築内容を述べる。

2. 栽培環境計測システムに求められる仕様

2.1 栽培環境計測システムの役割

栽培環境計測システムには、空気中、培地、灌水の3種類の情報を収集し、栽培行動への判断材料を提供する役割がある。

2.1.1 空気中の情報

空気中の情報には、気中温度、気中湿度、CO₂濃度、日射量がある。気中温度がトマトに与える影響は、生育適温が昼間25℃、夜間10~18℃、生育最低限界温度は8℃である^[1]。夜間にこの温度を下回った場合、枯死の危険がある。

気中湿度がトマトに与える影響は、乾燥時には光合成速度の低下、湿潤時には灰色かび病やトマト疫病の発生などがある。

CO₂濃度、日射量が与える影響には、光合成速度の増減がある。

2.1.2 培地の情報

培地の情報には、土中温度、土中湿度がある。これらは、根の生育に特に影響を与える要素であり、栽培期間後に収量との関係を分析するのに使用する。

2.1.3 灌水の情報

灌水の情報には、水温と溶存酸素密度がある。水温は直接制御するわけではないが、空気中との温度差などの影響を検討することに用いる。溶存酸素は、後述の溶存酸素向上装置の施用区と非施用区の比較に用いる。

2.1.4 クラウドサーバの役割

これらの環境情報をクラウドサーバで収集することで、栽培責任者が外出中でも適切な処置を検討/現場へ指示することができ、事前に暖房により夜間温度を一定値以

*1: IDEC 株式会社

*2: IDEC システムズ&コントロールズ株式会社

*3:株式会社サングレイス

*1: IDEC CORPORATION

*2: IDEC SYSTEMS & CONTROLS CORPORATION

*3: SUNGRACE CORPORATION

上に保つことや、湿度の調整を行うといったアクションが可能となる。日報情報を基にした定性データの分析により、これらの症状の発生を抑制防止することができると考えられる。

2.2 栽培環境計測システムの仕様

栽培環境計測システムは、図1に示す、5つの部分(灌水制御盤、中継盤、溶存酸素向上装置、遠隔監視盤、クラウドサーバ)からなり、クラウドサーバ以外の制御盤ではPLC(Programmable Logic Controller: 制御コンピュータ)を使用し、それぞれ独立して制御/計測を行う。処理負荷的には1つのPLCでも動作自体は可能だが、PLCが万が一故障した場合でも、独立して動作するよう複数に分けた仕様とした。これはユビキタス環境制御システムの考え方に近い^[2]。なお、本事業で使用するハウスでは、ここに示す機器以外に、通常のハウス環境管理システムが既に導入されている。

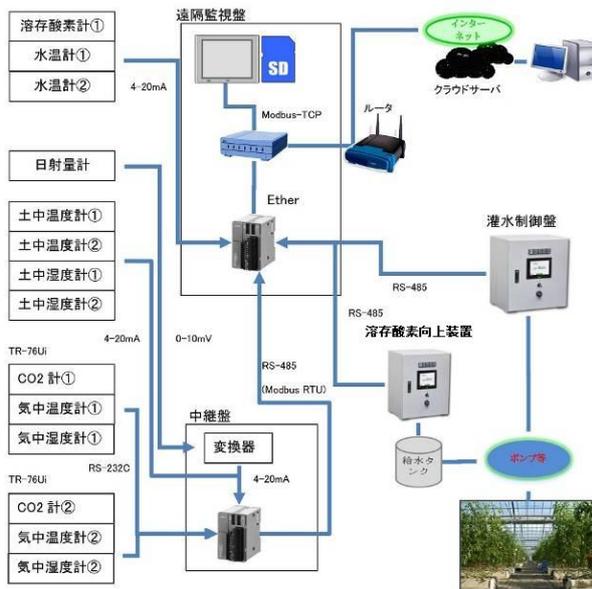


図1 栽培環境計測システム
Fig1. Cultivation monitoring system

2.2.1 溶存酸素向上装置(agriGALF)

溶存酸素向上装置には、IDEC製 agriGALFを使用した。これは、水中に粒子径が数十 μm ~数百 nm の微細気泡を発生させ、溶存酸素(DO値)を150%(水温 20°C 時)にまで高めた高溶存酸素ファインバブル水を生成する装置で、この水は植物の生育向上に効果がある^[3]。本事業では、このファインバブル水を使用するレーンをGALFレーンと呼び、河川水と比較してトマトの生育促進の効果を期待している。agriGALFでは、運転状況、加圧ポンプの運転時間、異常有無を監視している。

2.2.2 灌水制御盤

灌水制御盤は、事前に設定した条件に従い栽培レーン

への灌水を行う。本事業での栽培レーンは河川水レーン、GALFレーンの2レーンに分かれ、それぞれ切り替えて灌水する。この制御盤では、レーンの弁制御異常、灌水



図2 灌水制御盤と灌水タンク

Fig2. Douche controller and tanks

状況、弁電源異常を監視する。

2.2.3 中継盤

中継盤は、日射量計、土中温度/湿度計 $\times 2$ 台、CO₂温度湿度計 $\times 2$ 台を計測している。日射量計には光量子計を用いているが、出力は $0\text{-}10\text{mV}$ と小さいため変換器で $4\text{-}20\text{mA}$ に変換しPLCに入力している。中継盤を設置しているのは、計測場所と遠隔監視盤との距離が離れており、計測データの減衰を極力低減するためである。



図3 中継盤

Fig3. Relay point box

2.2.4 遠隔監視盤

遠隔監視盤は、各機器とModbus/TCP(Ethernet)、ModbusRTU(RS-485)、IDECプロトコル(RS-485)で接続しており、前述の3機器のセンサ計測値や稼働状況を収集している。

収集したデータは、盤面タッチパネル内のSDカード

に記録している。また、PLC のメール送信機能を使用して、定期的に CSV データをクラウドサーバに送信している。遠隔監視盤では、各機器のセンサ値表示の他、通信状況、グラフ表示、外部からの画面遠隔操作、本機器及び他制御盤プログラムの更新、USB メモリ/ネットワーク経由でのデータ吸出しが可能である。

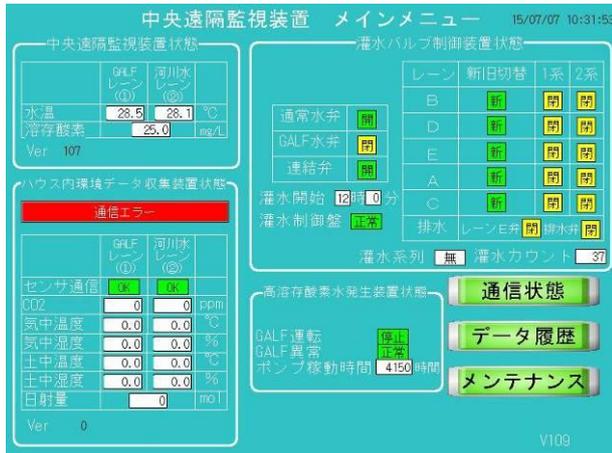


図4 遠隔監視盤の画面
Fig4. View of remote monitor

2.2.5 クラウドサーバ

クラウドサーバは、遠隔監視盤からのメールに添付されている CSV データを処理し、DB に保存、グラフ表示、異常履歴表示、日報入力を行う。サーバには、データ受信はメールサーバ、データ処理、DB 保存、閲覧及び日報入力は Web サーバを使用している。

保存という点ではメールと DB が重複しているが、これは元データを念のため保存するという点からである。サーバ選定時には

- 1)メールデータの処理が容易である
 - 2)サーバ維持費が不要である
 - 3)ブラウザ上でのプログラミングが可能である、
 - 4)ライブラリが多数あり、開発が容易である、
- という点から Google を選定した。

3. クラウドサーバ上での栽培データ表示

クラウドサーバでは、TOP 画面、データ履歴画面、異常履歴画面、メンテナンス画面、日報画面の 5 つの画面を作成した。

3.1 TOP 画面

トップ画面では、ハウス内の現在値を表示している。この画面では瞬時値のみを表示し、定期的に自動更新している。

3.2 データ履歴画面

データ履歴画面では、期間を指定して計測データをグラフ表示する。複数データを同時比較表示し、データの関連を容易に確認できるように、グラフを最大 4 つまで同時表示できるようにした。グラフごとに、下部のチェックボックスから表示するデータを選択し、一度に閲覧/比較ができる。チェックボックスは以前の状態を記憶しておくことで、都度選択の必要がないようにし、チェックボックス自体を非表示にできるようにした。また、画面下部では、後述の日報入力画面で入力した内容を表示し、ハウス内の栽培環境と作業者の所感や病害虫の発生状況などを数値データと合わせて表示する仕様とした。

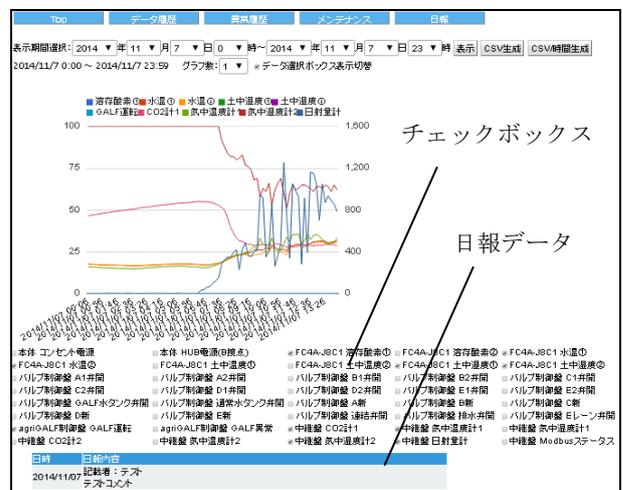


図5 データ履歴画面
Fig5. Data record view

3.3 異常履歴画面

異常履歴画面では、異常発生機器とその内容、発生日時と復旧日時を表示している。これにより、1)故障履歴の監視による機器寿命の判断(修理で済むのか、交換の時期なのか)、2)長期の運用により、機器異常の想定を行うことができる。

対象機器	異常内容	発生日時	復旧日時
バルブ制御盤	コンセント電源ON	2014/10/30 15:39	2014/10/30 16:36
バルブ制御盤	予備	2014/10/30 15:39	2015/03/26 18:31
agriGALF制御盤	予備	2014/10/30 15:39	2015/03/26 18:31
agriGALF制御盤	ヘルスチェックエラー	2014/11/03 13:26	2014/11/12 11:25
中継盤	ヘルスチェックエラー	2014/11/12 08:15	2014/11/12 08:35
中継盤	ヘルスチェックエラー	2014/11/12 09:05	2014/11/12 09:15
バルブ制御盤	コンセント電源ON	2014/11/12 12:25	2014/11/12 12:44

図6 異常履歴画面
Fig6. Alert recorded view

3.4 メンテナンス画面

メンテナンス画面では、本クラウドサーバシステムに汎用性を持たせるため、項目名、データ履歴への表示/非表示、単位、正常値範囲、グラフ 1~4 への表示/非表示、

左右軸表示、小数点オフセットの機能を実装した。これにより、センサ名称/計測値の変更があった場合でも、柔軟に対応することが可能となる。

変更したい項目を下記より選択してください。

FC4A-J8C1 水温①
機器名
FC4A-J8C1
データ項目名
水温①
表示 (表示:1, 非表示:0)
1
単位
°C
正常値 開始
10
正常値 終了
35
グラフ表示 (表示:1, 非表示:0)
0
⋮
グラフ軸 (右軸:1, 左軸:0)
0
小数点位置
1 保存

図7 メンテナンス画面

Fig7. Maintenance view

3.5 日報入力画面

日報入力画面では、パソコンからの入力を想定し、入力日、記載者、本文の入力を行う。また、入力した日報を、対象期間を指定して「日報出力」ボタンで CSV 出力できる仕様とした。

入力日選択: 2016 年 7 月 7 日
出力期間選択: 2016 年 7 月 7 日 ~ 2016 年 7 月 7 日 日報出力
記載者:

保存

図8 日報入力画面

Fig8. Daily report view

4. まとめ

4.1 活用実績

本計測システムは、初年度の運用では主に機器の稼働状態監視において活用された。栽培に対しては残念ながら活用されなかったが、その理由は 1)栽培期間中に病害が発生したため、実験要素の高い本環境計測システムの活用にかける時間が限られたこと、2)通常のハウスの管理は、既設の機器によって実行できたことがある。あく

まで追加オプションとしてのシステムとなっていたため、収集したデータを栽培後に収穫量や症状と照らし合わせる使用方法に留まった。

4.2 今後の課題

4.2.1 栽培データ収集について

栽培データ収集において、いかに細かなデータを、傾向として確認ができるような状態にまで集められるかという点が今後の課題である。例えば、今回はトマトで病害が発生したが、それはどのような条件で発生するのか、葉、茎、樹勢、収量、温湿度との関係を明らかにできるような仕組みが必要である。病害の発生条件そのものはある程度解明がなされているが、実際の圃場での発生予測に活用する必要がある。これは、センサを通して得られるデータでは不十分で、ハウス全体の状況を作業者が容易に入力できるようなインターフェースが必要となる。

4.2.2 栽培外データ収集について

本計測システムでは栽培データを対象として情報収集を行っているが、これは工場における生産部分の可視化に相当する。農業は作業者=経営者であることも少なくないことから、栽培状況と収量/売上や経費の予定と実績とのずれを把握するシステムが期待される。

謝辞

本稿を執筆するにあたり、栽培面でご協力頂いた株式会社サングレイスの関係者の方々に感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 武川満夫他：水耕栽培大百科.(財)富民協会,初版,1993,p74
- [2] 古在豊樹著：太陽光型植物工場.(株)オーム社,初版,2009,p107
- [3] 阿波加他：agriGALF 技術のレタス栽培への応用による成長促進実証と植物工場への適用, 日本混相流学会講演会 2012, 講演論文集