

農業・農村を変えるフィールドモニタリング技術

Field Monitoring Technologies to Change the Agriculture and Rural

溝 口 勝[†] 伊 藤 哲^{††}
 (MIZOGUCHI Masaru) (Ito Tetsu)

I. はじめに

ICT（情報通信技術）が確実に私たちの生活に浸透してきている。いまやスマートフォンを使って公開された情報にいつでもどこからでもアクセスできる。電源と通信さえ確保できれば、リアルタイムでテレビ会議もできる。しかし、一般的なフィールド（農地）には電源も通信設備もない。この点でフィールドの ICT 活用には制約がある。

一方、近年のセンサ技術の進歩は目覚ましく、農業の現場でも土壌水分計や水位計など用途に応じたセンサが開発されている。フィールド研究ではこれらのセンサをデータロガと組み合わせて現地に設置し、データ回収と機器メンテナンスのために定期的に現地に赴いていたが、最近ではセンサデータを無線で伝送するワイヤレスセンサネットワーク（WSN）技術を使ってフィールドデータを手元でリアルタイムに見るための研究も進められている。

溝口は遠隔地のキャベツ畑内の土壌水分と地温データを携帯電話経由で研究室サーバに回収するシステム¹⁾や土地改良区内の農業用水路の水位・水温データを自動回収したデータを Web から呼び出しエクセル上にグラフ表示するシステム²⁾を開発した。その後、平藤らによって開発されたフィールドサーバ³⁾を使って、国内外のさまざまな農地の画像・土壌・気象情報をインターネット経由でリアルタイムに収集・表示するシステム⁴⁾を稼動させた。しかしながら、フィールドサーバは安定した電源供給と通信確保を常時必要とするため、停電時にはデータを損失するリスクがあった。そこで、筆者らは現地に設置したデータロガや Web カメラを一時的にインターネットに接続する「フィールドルータ（FieldRouterTM）」を開発し、「フィールドモニタリングシステム（FMS：Field Monitoring System）」として運用している⁵⁾。本報では、この FMS の概要を説明するとともに、農業農村

工学分野における応用として土地改良区内の水田湛水深モニタリングの事例について紹介する。加えて、水田農業のスマート化の未来像について述べる。

II. フィールドモニタリングシステム (FMS)

FMS は、現地のデータロガに通信機能を付加し、インターネット経由でデータをクラウドサーバに転送し、ユーザがそのサーバから自分の PC や携帯端末にデータを取り出す一連のシステムである（図-1）。このシステムの重要な技術は、フィールドルータ（FR）、ネットワークアダプタ（NA）、データサーバ（DS）である。

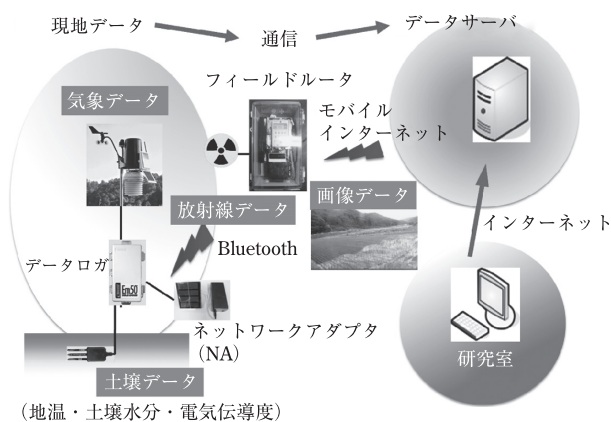


図-1 フィールドモニタリングシステムの概略図

1. フィールドルータ（FR）

FR は現地に設置されたデータロガのデータをインターネット経由でクラウドサーバに1日に1回転送する機器である（図-2）。何らかの理由でデータ転送に失敗してもデータロガに保存されたデータを失うことはない。

FRはMicro-PC、USB モデム、Bluetooth USB ドングル、鉛蓄電池、チャージコントローラ、太陽パネル、タイマー、ステータスランプ、Web カメラで構成

[†] 東京大学大学院農学生命科学研究科

^{††} (株) クロスアビリティ



フィールドモニタリング、土地改良区、水田湛水深、農業水利サービス、センサネットワーク、クラウドデータ、ICT

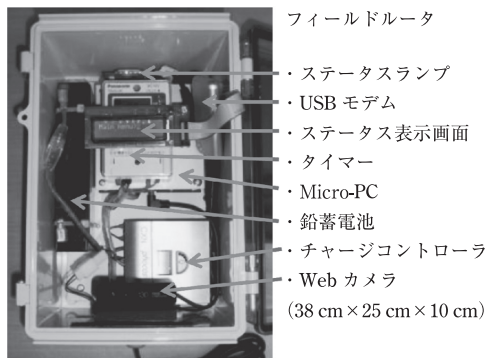


図-2 フィールドルータの概略図

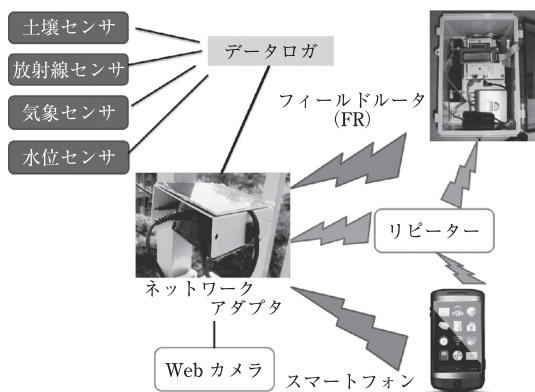


図-3 ネットワークアダプタ

される。これらの部品が、防水・防塵加工された箱に収納されている。FRはタイマーにより1日に30分だけ本体の電源がONになるように設計されている。そのため消費電力を節約でき、6W程度の太陽パネルで十分に稼働する。FRの電源がONになると、Webカメラの現地画像と各データログのデータがインターネット経由でクラウドサーバに送信される。携帯電話がつかねば、国内外のどの地域でもFRを利用できる。海外でもGSM/3Gの携帯電話用SIMを購入し、USBモデムに挿入するだけでよい。

2. ネットワークアダプタ (NA)

NAはシリアル通信ポートを持つデータログに通信機能を付加する機器である(図-3)。NAはシリアル接続可能なすべてのデータログに対応している。FRの周りに複数台設置することで面的なデータも取得でき⁶⁾、通信対応のカメラを増設すれば現地の様子を複数の角度から見ることが可能になる。また、FRがなくても携帯端末からデータを取得することもできる。現状では通信方式をBluetoothにしているため通信距離は100m程度に制約されている。将来的には920MHzの通信方式を採用することで通信距離を延長できる可能性があるが、それも地形や環境の条件に制約される。この問題を解決するためには通信分野の専門家との連携が不可欠である。

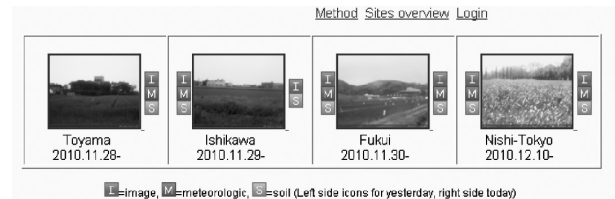


図-4 ポータルサイトの選択画面

3. データサーバ (DS)

FRで転送された現場データはインターネット網を利用してクラウドデータサーバ(DS)に保存される。したがって、ユーザはWeb上から自分のポータルサイトにアクセスするだけでデータを取得できる(図-4)。写真をクリックすると、サイトごとの現地データに加えてデータログの電池の消耗具合など、機器の稼働状況も確認できる。この機能を使って現地機器の不具合を発見し、現地のカウンターパートに電話で機器の簡単なメンテナンスを依頼することができる。それでも問題解決できない場合のみエンジニアが解決策を用意して現地に行けばよいので、メンテナンス費用を大幅に節約できる。

III. 事例—土地改良区内の水田モニタリング

著者の研究室ではFMSを国内外で数十台稼働させている。本章ではこのうち愛知用水土地改良区の水田モニタリングの事例を紹介する。

1. 機器の設置

標準的なFMSでは、筆者らは通常土壌センサ用に開発されたデータログ(Em50, Decagon社製)に気温・湿度、降水量、日射量、風向風速、土壌センサ(5TE)をつないでいる。しかし、今回は水田を対象にしたので土壌センサの代わりに水位センサをつないだ。

図-5は愛知用水土地改良区内の水田に設置したモニタリング装置である。モニタリング項目はイネの生育環境に重要な気象要素と水田湛水深、そしてイネの生育画像である。

モニタリング機器は1時間程度で現地に設置できる。水田の畦畔に専用の道具を使って深さ80cm程度の孔を掘り、現地近くのホームセンターで購入した単管(長さ2~3m、直径5cm)を立て、そこに気象計とFRを取り付ける。草刈りなどの農作業で切断されたり、動物などにかじられないように各種センサの線を地中に埋設したり、支柱に束ねたりすることが肝要である。

2. 水田湛水深の測定

研究現場の水位観測では圧力式水位計が使われることが多い。しかしこのタイプの水位計は高価なので一

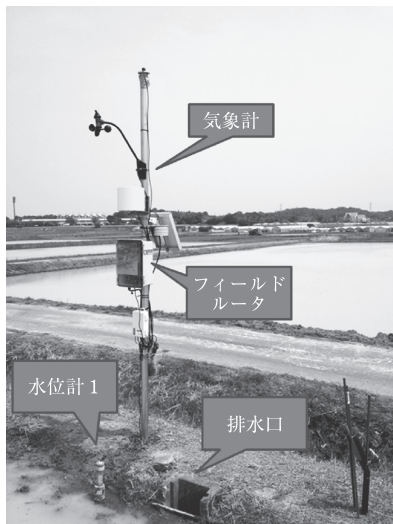


図-5 水田に設置されたモニタリング装置 (愛知用水土地改良区内)

一般農家で使われる見込みはない。そこで、筆者らはアメリカで最近開発された液面レベルセンサ⁷⁾ “eTape™” を改良して、現場型水位計を試作して用いた。この水位計では水深 (cm) を電圧 (mV) で出力するので通常のデータログで使える。1本の水位計を気象計用データログの近くに、2本の水位計をFRから約50mと100m離れた減水深の異なる水田の水尻に設置した。それらのデータはNA付きのデータログからFRに転送される。

この水田では、農業用水がパイプラインで供給される8時30分直前にイネの生長と水田湛水深を知りたいという農家の要望に応じて、FRのタイマーを毎日8時~8時30分にONになるようにセットした。このようにFRは農家の要求に応じて時間を変更できるのが特徴である。

3. 水田湛水深の変化

いったん取得したデータはクラウドサーバにあるので、農家や土地改良区職員がPCやスマートフォンから、定点画像カレンダー表示画像や気象・水位のグラフ表示データを閲覧できる (図-6)。

図-7のグラフは水田の湛水深 (水位) の変化である。2014年の6月は雨が少なかったため、現地では2日に1回の頻度で水田に水を供給していた。水位データはその変化をとらえていた。また6月13日から22日まで農家が中干しを実施していたが、この中干しの様子は水位データからも定点カメラ画像からも確認できた。

クラウドサーバに保存されたデータはさまざまな解析に活用できる。たとえば、画像処理技術と組み合わせることでイネの生育状態 (草丈や開花) を自動検出できるようになる。また、水位データの時間変化から

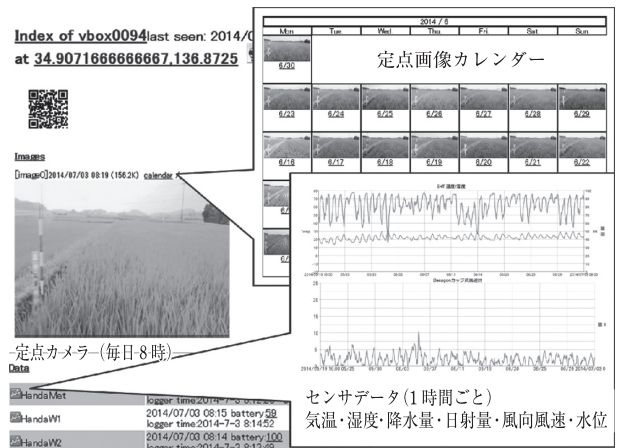


図-6 データの閲覧

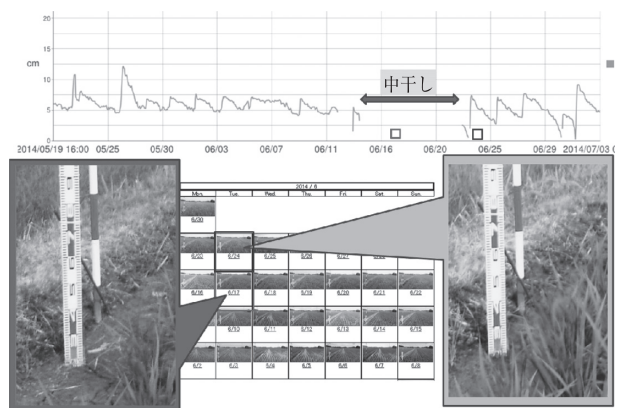


図-7 水田の湛水深 (水位) の変化と田面画像

減水深を計算できるので、適時水位計を移動させて各水田の減水深を求めれば、広域水田できめ細かな農業用水の配水計画に役立てることもできる。将来的には、水位データに応じて末端圃場のバルブを自動操作することも可能になろう。

いずれにせよ、水田モニタリングでは水位計の低コスト化が重要である。著者らはさらに低コストで信頼性の高い通信機能付きの水位計の開発を進めている。

IV. スマート農業と農業水利サービス

いまや「スマート農業」は世界の潮流である。各国がロボットやICTの先端技術を農業分野に積極的に導入することによって、省力化・軽労化・精密化・情報化を可能にする農業の未来像を描いている。ただし、欧米のスマート農業は畑作・果樹・ハウス栽培が中心で水田農業を扱っていない。それに対して日本では、内閣府の「戦略的イノベーション創造プログラム」の「次世代農林水産業創造技術」の中で「最適圃場水管理の自動化及び地域全体の水源から圃場までの水分分配システムの開発」の具体的な内容として「末端圃場のバルブやゲートの開閉を自動化するとともに、各

圃場の水深を遠隔操作で設定できるシステム」を5年以内に開発すること⁸⁾を掲げている。

こうした流れに先駆けて、筆者らのグループは科学技術振興機構 (JST) の問題解決型サービス科学研究開発プログラム「農業水利サービス⁹⁾」の研究で「水管理サービス」用のアプリ (図-8) を開発し、Web上に公開している¹⁰⁾。このアプリを使うと、水田湛水深とイネの生育状況を農家や土地改良職員がいつでもどこからでも見ることができる。また、水回りで現地に行った農家が水田の異常を発見した時に写真を撮ってボタンを押すと、GPS情報と画像がクラウドサーバに送信され、土地改良区職員がそのデータを補修履歴情報とともに Google Map 上で確認できる。



図-8 携帯端末による水管理サービスアプリ

現在、文部科学省は地球観測データの農業分野における活用研究^{11),12)}を推進しており、また JAXA も衛星を利用したアジア地域の水田モニタリングに力を入れている¹³⁾。こうしたさまざまなデータが水田湛水深データと融合され、利用しやすい形でスマートフォン上に表示される日もそう遠くないであろう。

V. おわりに

農業就業者の減少および高齢化が進行する中で、農村を維持し、農業を持続的に発展させるには、農業の担い手の育成・確保や農地の利用集積の促進を図ることが必要である。しかしながら、農地の集積は段階的にかつ虫食い的に進まざるを得ないので、しばらくは担い手に水管理業務の負担が重くのしかかることになる。

こうした状況の中、本報で紹介した通信機能付き水位計を用いたモニタリング技術は広域の水田湛水深を一括管理することを可能とし、水田農業の担い手と土地改良区職員の水管理労力を軽減するのに役立つであろう。そして、それはまた地域の水管理組織であった土地改良区のサービス形態を変え、これまでの農業・農村を劇的に変化させる可能性を持つ。その可能性を

最大限に引き出すためには、農業農村工学分野が従来の農業水利や農地造成に加えて新たに農村情報のインフラ整備に取り込んでいくことが必要である。

引用文献

- 1) 溝口 勝, 三上正洋, 石井 悟: 携帯電話を利用した土壌情報モニタリングシステム, 土壌の物理性 92, pp.25~30 (2003)
- 2) 溝口 勝: ポータブル水位観測システムによる水位観測, http://soildb.en.a.u-tokyo.ac.jp/nasu/nasu_G.xls (2005)
- 3) 平藤雅之: フィールドサーバとは, <http://model.job.affrc.go.jp/FieldServer/default.htm>
- 4) 溝口 勝: フィールドサーバによる農地情報モニタリング, ARIC 情報 86, pp.27~34 (2007)
- 5) Mizoguchi, M.: Field Monitoring System (FMS), <http://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/mizo/FMS.html>
- 6) 山下彩香, 溝口 勝, 三石正一, 伊藤 哲: センサネットワークを用いた畑表層の面的土壌水分観測, 平成 22 年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集, pp.12~13 (2010)
- 7) Milone Technologies, Inc.: <http://www.milonetech.com/>
- 8) 内閣府: SIP (戦略的イノベーション創造プログラム) 次世代農林水産業創造技術 (アグリイノベーション創出) 研究開発計画, http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/keikaku/9_nougyou.pdf (2014)
- 9) 飯田俊彰: 農業水利サービスの定量的評価と需要主導型提供手法の開発, <http://www.ristex.jp/service-science/project/2011/01/> (2014)
- 10) 水管理サービス: <http://water-service-sience.github.io/> (2014)
- 11) 気候変動適応研究推進プログラム RECCA: <http://www.mext-isacc.jp/> (2014)
- 12) GRENE 環境情報分野 GRENE-ei: <http://grene.jp/> (2014)
- 13) JAXA: Asia-RiCE, <http://asia-rice.org/index.php> (2014)

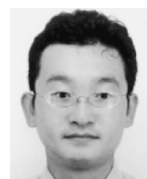
[2014.11.20.受稿]

溝口 勝 (正会員)



1960年 栃木県に生まれる
1982年 東京大学農学部卒業
1984年 東京大学大学院博士課程中退
三重大学農学部
1999年 東京大学大学院農学生命科学研究科
現在に至る

伊藤 哲



1979年 東京都に生まれる
2005年 東京大学農学部卒業
2006年 (株) イイガ
2008年 (株) クロスアビリティ
現在に至る