

農家支援システムにおけるデータ閲覧 Web アプリケーションの開発

生産システム工学専攻 世古 将也

Development of Web Application for Data Browsing on Farmer Support System

Masaya Seko

Advanced Course of Production System Engineering, Toba National College of Maritime Technology

Abstract

The Internet becomes popular with the spread of terminals such as personal computers and cell-phones. These terminals make it possible to transfer and receive data remotely. Field Servers have been developed and used as a remote monitoring tool in agricultural industry. The Field Server processes weather data, taking photo images. To make efficient use of the Field Server, it is necessary to develop applications independently. Most of currently-available application require the installations of software. As our proposal, we have developed a web application to browse data on the farmer support system. This application doesn't need the installations of software and is designed to operate with mouse movements. This application makes it easier for farmers to farm the land. Functions of the application are: 1) browsing Field Server data (weather and image data), 2) showing the graph, 3) showing the slide images, 4) searching previous data. This web application will support all the farmers for its convenience.

Keywords: Field Server, Remote Monitoring, Web Application, Easier For Farmers

1. はじめに

近年、パソコンや携帯電話などの普及により、情報化という言葉が様々な分野において聞かれるようになった。これらの端末はインターネットへの接続が容易であり、様々な場所から情報の収集や発信を行うことが可能になった。農業分野においても情報化が試みられており、この1つの例としてフィールドサーバが開発されている[1-2]。フィールドサーバは基本的に農場状態の監視に用いられる環境観測装置である。各種センサによる農場の温度や湿度などの気象データに加えて、ネットワークカメラによる画像データを取得することができる。無線 LAN 接続装置も備えられており、遠隔地から気象データや画像データを農場状態として確認することが可能である。

このフィールドサーバを有効利用するためのアプリケーションは専用に設計する必要があり、フィールドサーバの取得するデータを閲覧するためのアプリケーションとして BixFieldRecordServer が開発されている[3]。BixFieldRecordServer は施設園芸のためのアプリケーションであり、フィールドサーバから得られた環境・画像データを Bix-pp と呼ばれる植物生産情報の交換規格形式で作成する。環境計測データの表示、作業データなどを任意の時点で直接入力する機能、データを CSV 形式による入出力する機能などを持つ。

しかし BixFieldRecordServer 等のアプリケーションはユーザがパーソナルコンピュータにインストールする必要があるため、別途手間や知識が必要となる。農

林水産省が運営する 2005 年農林業センサス[4]が 2000 年に行った統計調査によると、日本における農家の約 80%が兼業農家であり、農業だけに集中して取り組むことは難しいことがわかった。また、農業従事者が端末の扱いに慣れていないとも限らない。したがって端末の扱いに不慣れな利用者であっても容易に農場状態を確認できるアプリケーションが必要だと考えた。

そこで、これまで本研究室で行ってきたフィールドサーバを利用した農家支援システムに関する研究[5]をもとに、容易に農場状態を確認できるデータ閲覧アプリケーションを新たに作成することにした。このアプリケーションはブラウザにより動作する Web アプリケーションとして作成することで、パソコンや携帯電話にインストールされたブラウザから利用することができる。本稿では、フィールドサーバの設置、ネットワークの設定、Web サーバの構築、データ閲覧アプリケーションをまとめてデータ閲覧システムとして提案する。

2. データ閲覧アプリケーションの設計

設計するデータ閲覧アプリケーションを図 1 に示す。データ閲覧アプリケーションはブラウザ上で表示される Web アプリケーションであり、利用者が農場状態を確認するために以下の機能を搭載する。

- ① 気象データのテーブル表示機能
- ② 画像データの表示機能
- ③ 表示ポジションの選択機能

- ④ 時刻再生機能（スライドショーによる連続再生）
- ⑤ 気象データのグラフ表示機能
- ⑥ カレンダーによる日付選択機能
- ⑦ スライダーによる時刻選択機能

ズーム機能を備えているので、今回は3箇所の作物の状態を撮影することにした。それぞれの箇所で撮影された画像の切り替えには③のボタンを利用する。さらに画像をスライドショー形式に連続再生させることが可能で、10分ごとの農場状態の変化を確認することができる。また1日の気象状況の変化を一目で確認することができる。

まずページの表示時に最新の農場状態を確認することができる。画像を撮影するカメラはパンチルト・

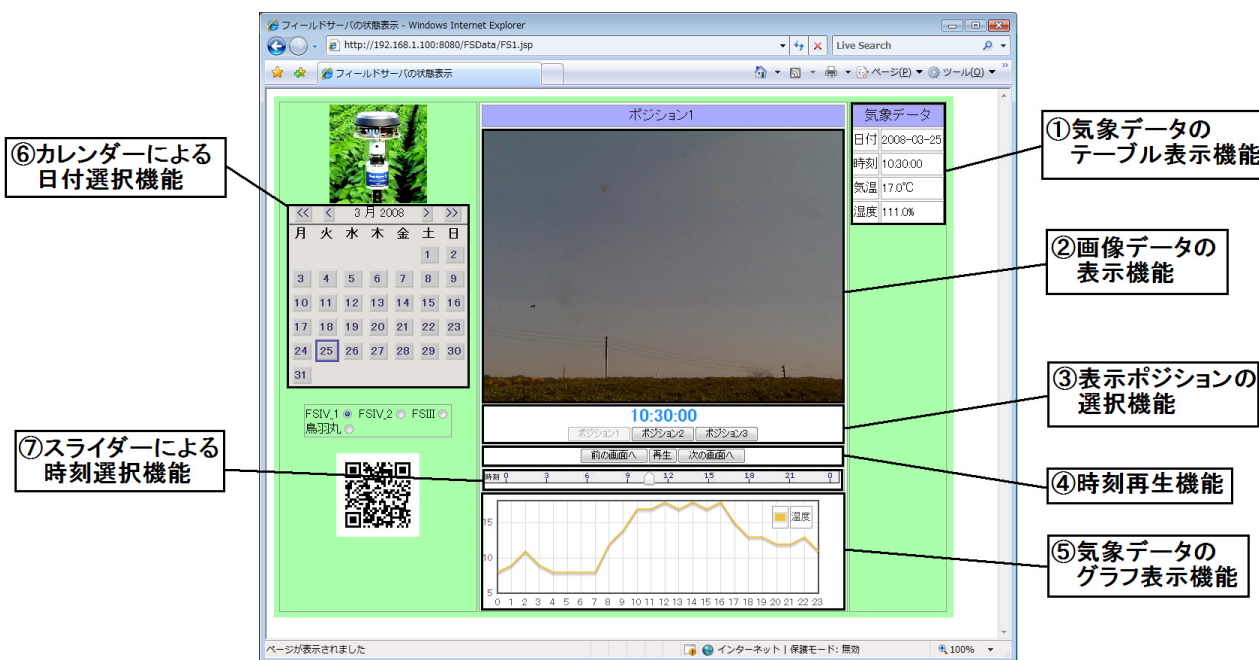


図1 システム構成図

3. システム構成

3.1. システム概要

システム構成を図2に示す。農場に設置されたフィールドサーバと農家事務所に設置されたWebサーバはネットワークに接続されている。ネットワークはADSL回線でインターネットに接続されている。

フィールドサーバは温度・湿度などの気象データと画像データを観測することができる観測装置である。観測されたデータはネットワーク上から他のホストによって取得することができる。Webサーバ上で動作するデータ収集プログラムはフィールドサーバからデータを10分間隔で取得し、データベースに保存している。Webサーバにブラウザからデータ表示の要求があると、データ閲覧用アプリケーションはデータベースから必要なデータを取り出してWebページを生成する。

利用者であるクライアント側はインターネットに接続されたパーソナルコンピュータや携帯電話を利用し、登録された農家事務所のドメインへブラウザで接続することでWebページを閲覧することができる。つまりこのシステムを用いることで、利用者である農家

はどこにいても農場状態を確認することができる。フィールドサーバの設置については3.2節、ネットワークの構築については3.3節で説明する。

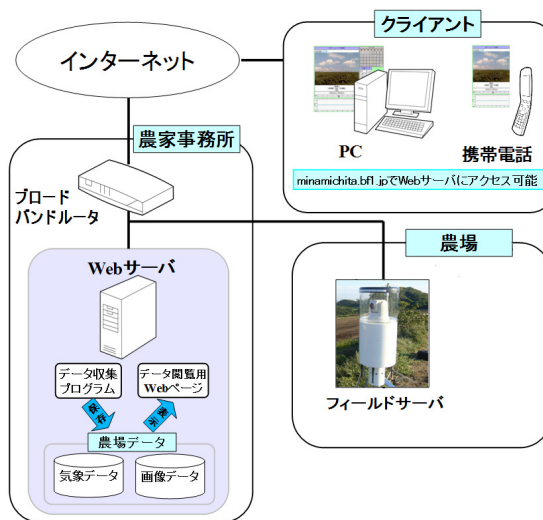


図2 システム構成図

3.2. フィールドサーバの設置

本研究では愛知県知多郡南知多町にあるキャベツ農場にフィールドサーバを設置した。設置したフィールドサーバを図3に示す。このフィールドサーバは、株式会社イーラボ・エクスペリエンス製Field Server IV 360度モデルである。温度、湿度、日射量、土壌水分量などの気象データを観測できる他、パンチルト・ズーム機能付きのネットワークカメラ(東芝製 IK-WB21)が搭載されているので、任意ポジションの画像を取得することができる。



図3 FieldServerIV360度モデル

3.3. ネットワークの構築

今回ネットワークの構築には、DDNS サービスおよびルータのポートフォワーディング機能を用いた。

DDNS は、Dynamic Domain Name System の略で現在割り振られているグローバル IP アドレスを動的に DNS サーバに登録し、特定のドメイン名によるアクセスを可能とする仕組みである。フィールドサーバを設置した南知多の農家は、ADSL 回線を使用しているため、接続するたびに ISP の DHCP サーバによってグローバル IP アドレスの配布がなされる。したがって、IP アドレスによる常時接続は不可能となるので、DDNS による特定のドメイン名と IP アドレスの結びつけを行っている。今回はルータの製造会社であるバッファロー社の DDNS サービスを利用し、“minamichita.bf1.jp” というドメインを設置農家用に取得している。

ポートフォワーディング機能は、インターネットから接続する際、ドメイン名と各デバイスのポート番号を指定することで、各デバイスへのアクセスが可能となる機能である。各デバイスの IP アドレスとポート番号を表1に示す。割り振る IP アドレスは C クラス (192.168.1.0/24) のローカル IP アドレスとした。

表1 各デバイスの IP アドレスとポート番号

ポート番号	IP アドレス	デバイス
	192.168.1.1	ブロードバンドルータ
80	192.168.1.100	Web サーバ
8000	192.168.1.51	フィールドサーバ
8088	192.168.1.52	ネットワークカメラ

4. Web サーバの構築

4.1. アプリケーションのインストール

構築する Web サーバにおいて、オペレーティングシステム(OS)はフリーの Linux 系 OS の 1 種である CentOS 5.2 を用いることにした。Web サーバ上ではデータ保存・取得用のプログラム言語として Java, データベースサーバアプリケーションとして MySQL 5.0, Web アプリケーションを動作させるためのサーバアプリケーションとして Tomcat 6.0, Web アプリケーションの記述言語に JSP と JavaScript を利用する。Web サーバ上で動作する各ソフトウェアを図4に示す。

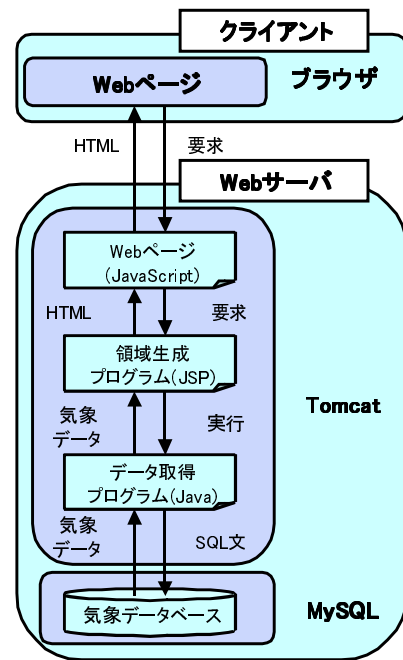


図4 サーバ上で動作するソフトウェア

ここで Java とは Sun Microsystems 社が既存の言語の欠点を踏まえて開発したプログラム言語である。ネットワーク環境を実現するためクラスを標準で実装しているため、HTTP データはもちろん、画像データも URL を指定するだけで取得することができる。Java で作成したプログラムを用いれば、フィールドサーバの操作

やデータ取得が可能となる。

MySQLとはTCX DataKonsultAB社などが開発しているオープンソースのRDBMSである。RDBMSとは"Relational DataBase Management System"の頭文字を取ったもので、リレーショナルデータベースを管理するための仕組みである。MySQLは高速で安定性のあるRDBMSであり、Javaを含めた多くのプログラミング言語から利用することができることから、フィールドサーバから取得した気象データを保存・読み出しするためのデータベースアプリケーションとして利用する。

TomcatとはApache Software Foundationが開発しているJSPを動作させるためのアプリケーションサーバである。JSPとは"JavaServer Page"の頭文字を取ったもので、Javaプログラムで生成した要素をHTML文章の中に埋め込む仕組みである。テーブル領域やグラフ領域を生成するための言語として利用する。

最後にJavaScriptとは、Netscape Communications社が開発したブラウザ上で動作する言語である。ネットワーク通信を行うことができ、JavaのようにHTTPデータや画像データもURLを指定するだけで取得することができる。JavaScriptはサーバとのデータ通信の際にWebページ自体を更新する必要がないことから、画面の更新箇所を最低限に抑えて、素早くWebページの表示内容を更新することができる。またWebページの表示内容に動きある要素を埋め込むこともできる。端末の扱いに不慣れなユーザでもわかりやすい表示を行うため、Webページを記述するための言語としてJavaScriptを利用する。

4.2. ディレクトリ構成

データ閲覧アプリケーションのディレクトリ構成を図5に示す。ここでルートディレクトリとはTomcatにより設定されたディレクトリである。WEB-INFはJSPの扱うclassファイルを配置するディレクトリである。classファイルとはJavaによるコードをコンピュータが実行できる形式に変換したファイルである。FSDataはJSPを動作させるためのディレクトリである。ユーザはFSDataにあるJSPファイルをブラウザにより取得することでWebページを利用できる。

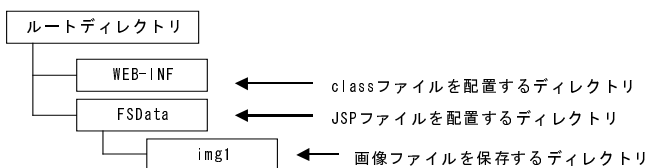


図5 ディレクトリ構成

4.3. データベースの作成

フィールドサーバの各データを収集するデータ収集プログラムは、データを取得すると同時にサーバ上のデータベースへの書き込みを行っている。データベースへ保存しておくことでデータ検索や変更が容易であり、データ閲覧アプリケーションを用いて閲覧することが可能となる。気象データを保存・閲覧するデータベース作成をMySQLによって行った。作成するデータベースのテーブル構造を表2に示す。データベースにはデータ収集プログラムにより10分間隔で気象データが保存される。

表2 気象データ用データベースのフィールド

フィールド	タイプ	意味
id	int(11)	通し番号
address	char(30)	フィールドサーバのIPアドレス
port	int(11)	ネットワークポート番号
date	char(10)	日付(YYYY-MM-DD)
time	char(8)	時間(hh:mm:ss)
temperature	int(11)	温度
humidity	int(11)	湿度
soil_moisture	int(11)	土壌水分
solar_amount	int(11)	日射量
wind_direction	int(11)	風向
wind_velocity	int(11)	風速

5. データ収集プログラムによるデータベースへの書き込み

5.1. 気象データの取得

データ収集プログラムはフィールドサーバから気象データを取得する際に、HTTPプロトコルの"GET"命令によりフィールドサーバ内のセンサ値表示ページのHTMLソースを取得する。HTMLソースにおけるセンサ値を図6に示す。ここでHTMLソースの中にはHTMLタグやタイトルなどの不必要な文字列が多数含まれているので、文字列操作を行い必要な文字列を抽出する。また取得される気温や湿度の値はセンサで取得されたそのままのセンサ値であり、実際の値とは異なっている。Webページに表示する際に補正を行って実際の気温や湿度の値に変換する。

取得した気象データをデータベースへ保存する際には、JDBCと呼ばれるコンテナを事前にWebサーバにインストールしておく必要がある。例として"Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver");"のようにMySQL-JDBC間のドライバを呼び出して、"jdbc:mysql://[host_name]/[database_name]?user=[user_id]&password=[user_password]&useUnicode=true&characterEncoding=cp932"でコネクションを確立する。ここ

で、[host_name]はデータベースが保存されているサーバアドレス、[database_name]にはデータを書き込みたいデータベースの名前、[user_id]と[user_password]にはそのデータベースへアクセスするための ID とパスワードを入力する。“cp932”は、Shift-JIS 形式の文字コードであることを表している。あとは、SQL 文(ここでは、INSERT 文)を入力してクエリ(データベースへの検索要求)を送ればコマンドラインでデータベース操作するかのようにデータの書き込みが可能である。読み出しの場合も SELECT 文を用いれば行うことができる。

なおフィールドサーバは、無線 LAN を利用して接続しているため、電波状況により接続が途切れることがある。そこで、途中で回線が不通となっても巡回プログラムが停止しないように配慮した。

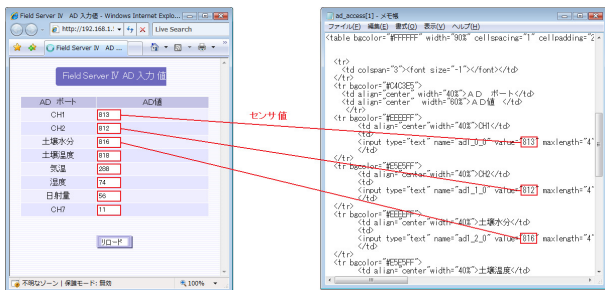


図 6 HTML ソースにおけるセンサ値

5.2. 画像データの取得

今回使用したフィールドサーバには、東芝製ネットワークカメラ IK-WB21 が搭載されている。このネットワークカメラには標準で制御用 CGI が内蔵されており、HTTP プロトコルにより GET 命令を送ることによって、カメラのパン・チルトやズームイン・アウトなど、さまざまな動作をさせることができる。さらに、オートパイロット機能に含まれるプリセット機能によって、レンズの方向、ズーム位置を複数登録可能である。このように登録しておけば、必要なときに必要なポジションに移動してその画像を取得することができる。これらの機能は管理者権限が必要なため、Basic 認証でのログインが必要となる。

IK-WB21 に撮影ポジションを追加する場合、出荷時に搭載されている CGI にブラウザからログインし、ネットワークカメラの映像を見ながらマウス操作でパンチルト・ズームの状態を変更して追加できる。これにはポジション番号が付けられ、ブラウザやプログラムから IK-WB21 の CGI プログラムに “GET /api/wbpresetapi.cgi?cont_4=[position_number] HTTP/1.0” のように、GET 命令で [position_number] を指定することによって、あらかじめ登録した撮影ポジションへ移動させることができる。

そして、画像データは HTTP プロトコルを利用して、http://[address_cam]:[port_cam]/admin/__live.jpg を GET することにより取得可能である。したがって、Java プログラムからこのアドレスに接続し、こちらも Basic 認証によるコネクションを確立(InputStream の取得)することで画像を取得できる。このとき、[address_cam]にはネットワークカメラのアドレス、[port_cam]にはポート番号が入ることになる。

6. データ閲覧用ページの作成

6.1. 気象データのテーブル表示機能

気象データのテーブル表示機能は、指定された日付の気象データを表示する機能である。気象データのテーブル表示機能の流れを図 7 に、表示されるテーブル表示領域を図 8 に示す。気象データの表示には、Web ページである FS1.jsp から、テーブル表示領域の生成を行う getFSData.jsp を取得する必要がある。またテーブル領域の表示には、データベースから気象データの取得を行う GetFSData.class を実行すればよい。

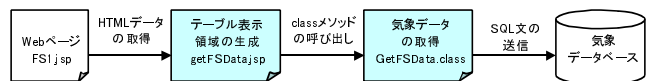


図 7 テーブル表示機能の流れ

気象データ	
気温	46 [°C]
湿度	16.3 [%]
土壌水分	0 [%]
日射量	0

図 8 表示されたテーブル領域

6.2. 気象データのグラフ表示機能

気象データのグラフ表示機能は、日付を選択することで 1 日の気象データの変動をグラフで視覚的に表示させる機能である。グラフ表示機能の流れを図 9 に、表示されるグラフを図 10 に示す。気象データのグラフ表示には、Web ページである FS1.jsp によって、getGraphData.jsp により出力されたグラフ用データを取得する必要がある。またグラフ用データの出力には、GetFSData.class にあるメソッドを実行してデータベースからグラフ用の気象データを取得する。

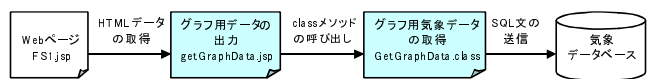


図 9 グラフ表示機能の流れ

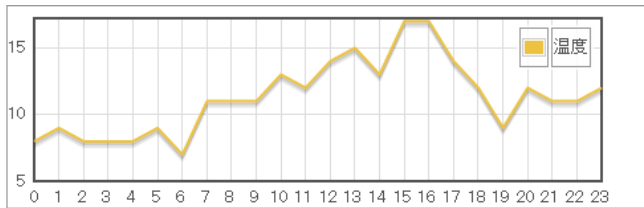


図 10 表示されるグラフ領域

6.3. 画像データの表示機能

画像データ表示機能は、日時とネットワークカメラのポジションを指定することで、画像データを表示させる機能である。表示される画像データの例を図 11 に示す。画像データの表示には HTML に標準で備えられている `Img` タグを用いる。 `Img` タグの要素に画像ファイルの URL が入力されることで画像データが表示される。画像ファイルの URL は以下のように決められる。

`http://[host]/FSData/img1/[position]/[image_name]`

ここで、 `[host]` にはドメイン名、 `[position]` には文字列 "pos" とポジション番号を "_" で連結した文字列が入力される。また `[image_name]` には `[position]` と日付と時刻を "_" で連結した文字列が入力される。



図 11 表示される画像データの例

6.4. 画像データの表示ポジション選択機能

表示ポジションの選択機能は、表示画像のポジションを切り替える機能である。表示ポジション選択領域を図 12 に示す。この機能では、ポジション選択ボタンをクリックすることで表示画像のポジション番号が入力され、ページ更新が行われる。



図 12 表示される表示ポジション選択領域

6.5. スライドショーによる時刻再生

スライドショーによる再生機能は、スライドショー領域にあるボタンをクリックすることにより時刻を

10 分間隔で変更する機能である。スライドショー再生機能で生成されるスライドショー領域を図 13 に示す。スライドショー領域には、【前の画面ボタン】、【再生ボタン】、【次の画面ボタン】を表示する HTML データが入力される。【前の画面ボタン】を選択すると 10 分前の時刻でページ更新が行われ、【次の画面ボタン】を選択すると 10 分後の時刻でページ更新が行われる。また、【再生ボタン】を押すと【次の画面ボタン】を 1 秒おきに実行することで、気象データと画像データをスライドショーのように連続再生する。【停止ボタン】を押すことでこの処理を終了させる。



図 13 表示されるスライドショー領域

6.6. スライダーによる時刻選択

スライダーによる時刻選択は、スライダーをマウスでドラッグしたとき、スライダーの位置を元に時刻を設定する機能である。スライダー領域において描画されるスライダーを図 14 に示す。



図 14 スライダー領域

スライダーの背景画像には時刻が表示され、時刻 0:00 から 23:50 までの間でスライダーを動かすことができる。Web ページにおける位置は 2 次元座標として取得することができる。スライダーの位置は、スライダーの 2 次元座標から取り出された横軸方向の値である。時刻は、スライダーの位置を元に以下の式で計算される。

$$Hour = (X - X \text{ min}) / Rate / 60$$

$$Minute = (X - X \text{ min}) / Rate / \%60$$

ここで X には現在のスライダーの位置、 $X \text{ min}$ には時刻 0:00 におけるスライダーの位置、 $Rate$ にはスライダーの時刻 1 分毎の移動間隔を示した値が入力される。これらの値をもとに $Hour$ には時、 $Minute$ には分が入力され、ページ更新時に時刻が設定される。

6.7. カレンダーによる日付選択

カレンダーによる日付選択は、カレンダーにある日付ボタンをクリックすることで日付を入力する機能である。日付を選択するためのカレンダー領域を図 15 に示す。

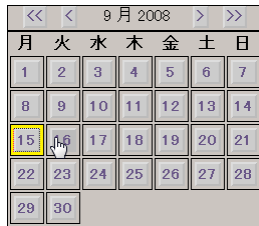


図 15 カレンダー領域

7. おわりに

今回、フィールドサーバを利用したデータ閲覧アプリケーションの作成と、これを動作させる Web サーバの構築を行った。データ閲覧アプリケーションは、日本にある農家の 80% が兼業農家であることや、農家が端末の扱いに精通していると限らないことを考慮し、その助けとなるアプリケーションとなるように配慮した。カレンダーによる日付選択機能、スライダーによる時刻選択機能、スライドショーによる連続再生機能を搭載し、これらの操作をマウスのみで行うアプリケーションとすることで、端末の扱いに不慣れなユーザが扱いやすいアプリケーションとなるように配慮した。現在アプリケーションで確認できる農場状態は、取得した気象データと画像データである。画像データをもとにした生長管理を行う機能を付加すれば、農場状態の確認や管理がより行いやすくなると思う。

参 考 文 献

- [1] 中央農研・農業情報研究部・モデリング研究室，“フィールドサーバによる気象データおよび作物画像の計測技術”，関東東海北陸農業研究成果情報，pp.174-175，2002
- [2] 平藤雅之，“フィールドサーバによる圃場情報モニタリング”，農業および園芸，第 78 巻，第 1 号，pp.182-188，2003
- [3] 星岳彦，塩沢英地，新聞恵太，高市益行，平藤雅之，“施設園芸における生産履歴情報の収集と活用のためのフィールドサーバ用アプリケーションプログラムの開発”，農業情報学会誌 16(1)：29-36，2007
- [4] 「2005 年農林業センサス」：
<http://www.maff.go.jp/census/index.html>
- [5] 野田圭一，“画像処理とフィールドサーバ併用による農家支援システムに関する研究”，鳥羽商船高専専門学校，平成 18 年度特別研究論文