

Field Server データビューワの試作

安川 雅紀^I 絹谷 弘子^I 喜連川 優^I 北本 朝展^{II} 溝口 勝^{III}
木浦 卓治^{IV} 二宮 正士^{IV} 鳥谷 均^V

I 東京大学生産技術研究所 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1

II 国立情報学研究所 〒101-8430 東京都千代田区一ツ橋 2-1-2

III 東京大学大学院農学生命科学研究科 〒113-8657 東京都文京区弥生 1-1-1

IV 中央農業総合研究センター 〒305-8666 茨城県つくば市観音台 3-1-1

V 農業環境技術研究所 〒305-8604 茨城県つくば市観音台 3-1-3

E-mail: I {yasukawa, kinutani, kitsure}@tkl.iis.u-tokyo.ac.jp, II kitamoto@nii.ac.jp,
III amizo@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp, IV {kiura, snino}@affrc.go.jp, V toritani@niaes.affrc.go.jp

あらまし 本論文では、Field Server データビューワシステムについて検討しシステムの試作を行ったので報告する。Field Server は、Web サーバ、複数センサ、ネットワークカメラ、無線 LAN 通信モジュールなどを搭載し、圃場に長期間設置して定期的に環境計測を行うことができる。農業・食品産業技術総合研究機構の中央農業総合研究センターで管理されている Field Server のサイトは 20 以上で、画像データでは総計 1600 万シーンを超える。Field Server データビューワは、ユーザがこのような膨大なデータからその概観を掴むのに有用であり、データ解析・作物生育モデル開発のためのコンポーネントの 1 つとして不可欠ある。今回の試作では、データが数値と画像の時系列であることを考慮し、数値時系列グラフ化機能、画像時系列表示機能、時間・画像ズーム機能等を検討し、Web ベースでの使い勝手の良いシステムを構築した。

キーワード Field Server, 分散モニタリング, データ統合, データ可視化

A Prototype of Field Server Data Browser

Masaki YASUKAWA^I Hiroko KINUTANI^I Masaru KITSUREGAWA^I Asanobu KITAMOTO^{II}
Masaru MIZOGUCHI^{III} Takuji KIURA^{IV} Seishi NINOMIYA^{IV} Hitoshi TORITANI^V

I Institute of Industrial Science, The University of Tokyo 4-6-1 Komaba, Meguro-ku, Tokyo, 153-8505 Japan

II National Institute of Informatics 2-1-2 Hitotsubashi Chiyoda-ku, Tokyo, 101-8430 Japan

III Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo 1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-8657 Japan

IV National Agricultural Research Center 3-1-1 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8666 Japan

V National Institute for Agro-Environmental Sciences 3-1-3 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8604 Japan

E-mail: I {yasukawa, kinutani, kitsure}@tkl.iis.u-tokyo.ac.jp, II kitamoto@nii.ac.jp,
III amizo@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp, IV {kiura, snino}@affrc.go.jp, V toritani@niaes.affrc.go.jp

Abstract Field Server is one of the small monitoring sensor-nodes that are equipped with a Web server to be accessed via the Internet and use wireless LAN to provide a high-speed transmission network. Field Server can carry out periodic environment monitoring of the field over long periods of time. For example, images of over 16 million are archived in NARC (National Agricultural Research Center) of NARO (National Agriculture and Food Research Organization). In order to analyze the data and develop the crop growth model by users, a data browser which is easy to use is needed for understanding the overview of the data. In this paper, a prototype of Field Server data browser is described. It has hierarchical browsing functions such as calendar year page, calendar month page, 1 day data display, 1 scene data display. Also, 1 day data display includes the graph display of observation data by each sensor, and the image sequence display with slide bars for zooming and time change.

Keyword Field Server, Distributed monitoring, Data integration, Data visualization

1. はじめに

農業分野において食の安心・安全、適正農業規範といった観点から IT 化が急速に進みつつある。そのなかで新しく開発された観測デバイスとして Field Server がある。Field Server は、Web サーバ、複数センサ、ネットワークカメラ、無線 LAN 通信モジュールなどを搭載し、フィールド（圃場）に長期間設置して定期的に環境計測を行うことができる。農業・食品産業技術総合研究機構の中央農業総合研究センターで管理されている Field Server のサイトは 20 以上で、画像データでは総計 1600 万シーンを超える[1]。

ユーザである農学の研究者がこのような膨大なデータから解析・作物生育モデル開発を行うには、まず、データの概観を掴むための使い勝手の良いデータビューワが不可欠である。しかし、画像とセンサによる観測値がペアになったデータを気軽に縦横無尽に閲覧できるようなツールは存在しない。また、彼ら自身だけでデータを一括管理し解析アプリケーションを開発・提供するのには困難である。そこで、計算機科学分野の研究者とコラボレーションしてこの課題を解決することが必要である。

本研究では、上記の背景を考慮し、Field Server データ融合炉の開発を始めた。これは、Field Server データをアーカイブ、一括管理したシステム上に様々なアプリケーションを開発し、各コンポーネントを一緒に管理したデータ融合炉を構築することで、融合炉からユーザに提供する情報について高付加価値化を行い、研究効率を高めることを目指している。

本論文では、上記融合炉の下層アプリケーションの 1 つである、Field Server データビューワシステムについて検討しそのシステムの試作を行ったので報告する。はじめに Field Server のシステムと得られるデータについて概説し、得られたデータの利用についての課題を述べる。次に、この課題を解決するための機能要件と設計指針を述べ、システムの試作について述べる。実際にシステムを稼働させた結果について述べ、最後に本論文についてまとめる。

2. Field Server

2.1. システム構成

Field Server は、畑や水田、畜舎などの圃場に設置して、環境計測、画像による動植物生育モニタリング、防犯、温室・農業機械等の遠隔制御などを無線 LAN 及びインターネット経由でリアルタイムに行う Web サーバである(図 1(a))。サーバ内部は、図 1(b)に示すように、計測制御用コンピュータであるフィールドサーバエンジン、通信部分の無線 LAN アクセスポイント基板、Web カメラやアプリケーション用 PC の拡張部

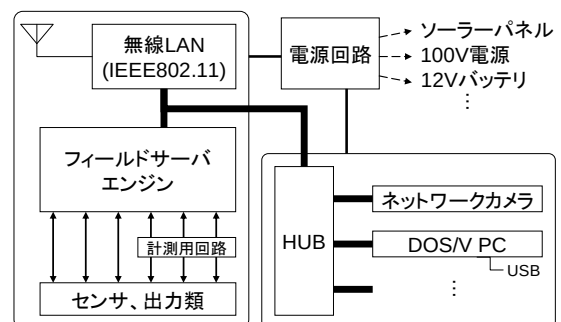
分、電源で構成されている。

センサは、気温、湿度、光合成有効光量子束密度をデフォルトで内蔵し、その他、用途に応じて土壌水分、葉の濡れ、CO₂ 濃度等のセンサを追加できる。

これを圃場に多数設置することで内蔵の無線 LAN を用いた無線ネットワークが形成される(図 2)。この無線ネットワークシステムを基幹的な通信回線として利用することで、それぞれの地点で計測したデータをリアルタイムに収集する圃場モニタリングシステムが構築される。圃場モニタリングシステムは、遠隔操作、圃場監視、トレーサビリティなどにも利用することができる。また一端をインターネットに接続することで、無線ネットワークシステム全体がインターネットに接続されるため、より高度な農業生産活動や農村生活を行うことが期待できる[2],[3]。



(a) 概観



(b) システム構成

図 1 Field Server

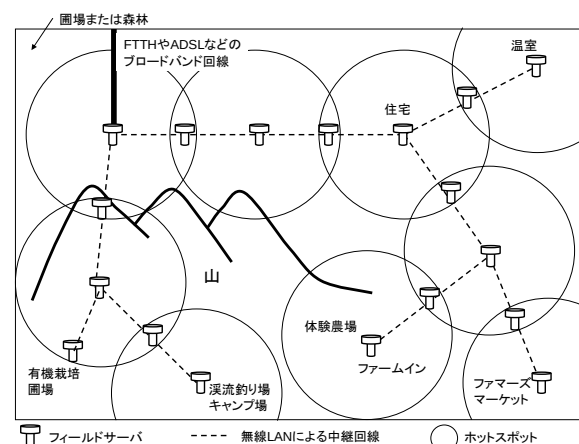


図 2 センサネットワーク・ノード

2.2. データ

センサによる観測データや Web カメラによる画像は、図 3 左側のエージェントが右側の Field Server 内の Web サーバにアクセスしてデータの収集を行う。XML で記述されたパラメータファイルに基づいて A/D 変換値（生データ）を実際の物理量に変換し、HTML ファイル（瞬時値）および XML ファイルとして保存する。これによりフィールドサーバに直接アクセスしたときには電圧などの生データでしか表示されなかったものが、センサごとに補正された値で表示される。XML 形式のデータは分散データベースとして Web サーバに保存され、過去のデータを参照したい場合には Web からアクセス可能である(図 4(a))。エージェントは、ネットワークカメラの画像も定期的に保存すると同時に、Web サーバに現在の画像の転送も行っている(図 4(b))。

取得されたデータは、農業・生物系特定産業技術研究機構・中央農業総合研究センター(以下、NARC)のストレージにアーカイブされる。例として、群馬県嬬恋のキャベツ畑に設置されている Field Server では 2 分毎にデータを取得しているので、1 日に 720 枚もの画像に達し、1 年間だと 26 万枚に達する。現在、NARC でアーカイブしている観測サイト全ての画像を総計すると、1600 万枚超、1.4TB であり、膨大である。今後の予定で年間数 TB ずつ増大することや、観測データと他の気象データを統合した解析を推進するために、NARC アーカイブのレプリカを東京大学生産技術研究所の巨大ストレージに作成中である。

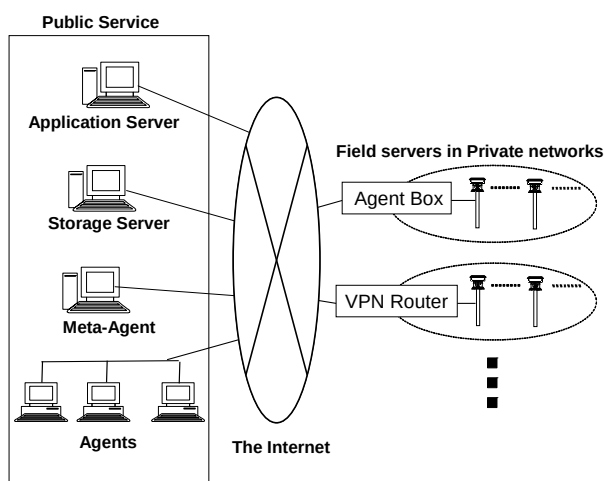


図 3 エージェントによるデータ収集とサーバコントロール

Date	Time	RA0	RA1	RA2	RA3	RA5	RB4	RB5	Air-Temp.	Soil_mV	Humid.	PPFD	CPU-Temp.
2007/03/17	00:00:00	6.2	162.8	169.6	0.0	0.0	0.0	1.0	-4.6	795.2	88.0	0.0	0.0
2007/03/17	01:00:00	5.4	162.9	172.2	0.0	0.0	0.0	1.0	-5.0	792.7	89.1	0.0	0.0
2007/03/17	02:00:00	4.1	161.9	165.3	0.0	0.0	0.0	1.0	-5.6	790.3	86.2	0.0	0.0
2007/03/17	03:00:00	2.4	160.3	169.3	0.0	0.0	0.0	1.0	-6.4	782.3	87.9	0.0	0.0
2007/03/17	04:00:00	1.5	160.5	173.3	0.0	0.0	0.0	1.0	-6.8	783.7	89.5	0.0	0.0
2007/03/17	05:00:00	1.2	160.2	168.7	0.3	0.0	0.0	1.0	-6.9	782.0	87.7	1.0	0.0
2007/03/17	06:00:00	4.1	160.3	156.4	32.3	0.1	0.0	1.0	-5.6	782.7	82.2	93.8	0.1
2007/03/17	07:00:00	13.1	160.3	110.8	107.3	4.3	0.0	1.0	-1.5	782.4	62.7	311.2	4.3
2007/03/17	08:00:00	21.5	169.4	78.7	303.4	12.0	0.0	1.0	2.4	827.3	48.8	879.9	12.0
2007/03/17	09:00:00	23.5	161.7	72.1	387.7	15.6	0.0	1.0	3.3	789.4	46.0	1124.5	15.6
2007/03/17	10:00:00	24.7	152.8	66.5	485.4	16.3	0.0	1.0	3.8	746.0	43.7	1407.8	16.3
2007/03/17	11:00:00	23.4	155.6	77.8	487.4	14.7	0.0	1.0	3.2	759.9	48.5	1413.4	14.7
2007/03/17	12:00:00	21.4	156.9	86.4	302.2	12.9	0.0	1.0	2.3	766.2	52.2	876.3	12.9
2007/03/17	13:00:00	20.6	157.8	90.6	332.7	12.0	0.0	1.0	2.0	770.5	54.0	965.0	12.0
2007/03/17	14:00:00	20.8	161.2	92.9	341.2	13.5	0.0	1.0	2.0	787.0	54.9	989.5	13.5
2007/03/17	15:00:00	18.9	165.3	86.7	228.1	12.8	0.0	1.0	1.2	807.2	52.3	661.6	12.8
2007/03/17	16:00:00	14.0	166.3	114.6	74.7	6.3	0.0	1.0	-1.1	811.9	64.3	216.6	6.3
2007/03/17	17:00:00	10.6	166.3	111.9	18.0	2.5	0.0	1.0	-2.6	811.7	63.1	52.0	2.5
2007/03/17	18:00:00	8.0	152.3	121.5	0.0	0.3	0.0	1.0	-3.8	743.6	67.2	0.0	0.3
2007/03/17	19:00:00	7.2	150.9	120.6	0.0	0.0	0.0	1.0	-4.2	736.8	66.8	0.0	0.0
2007/03/17	20:00:00	6.1	151.8	113.3	0.0	0.0	0.0	1.0	-4.7	741.0	63.7	0.0	0.0
2007/03/17	21:00:00	7.6	152.2	122.3	0.0	0.0	0.0	1.0	-4.0	742.9	67.5	0.0	0.0
2007/03/17	22:00:00	7.1	152.5	131.8	0.0	0.0	0.0	1.0	-4.2	744.7	71.5	0.0	0.0
2007/03/17	23:00:00	7.5	152.9	130.9	0.0	0.0	0.0	1.0	-4.1	746.7	71.2	0.0	0.0
2007/03/18	00:00:00	6.9	152.9	146.0	0.0	0.0	0.0	1.0	-4.4	746.5	77.8	0.0	0.0
2007/03/18	01:00:00	6.7	153.1	152.0	0.0	0.0	0.0	1.0	-4.4	747.5	80.4	0.0	0.0
2007/03/18	02:00:00	6.3	153.3	153.9	0.0	0.0	0.0	1.0	-4.6	748.3	81.2	0.0	0.0
2007/03/18	03:00:00	6.2	153.3	142.9	0.0	0.0	0.0	1.0	-4.6	748.7	76.4	0.0	0.0
2007/03/18	04:00:00	5.6	152.9	158.4	0.0	0.0	0.0	1.0	-4.9	746.5	83.1	0.0	0.0
2007/03/18	05:00:00	5.9	153.2	155.1	0.3	0.0	0.0	1.0	-4.8	747.8	81.7	0.8	0.0
2007/03/18	06:00:00	6.6	153.7	143.1	16.7	0.1	0.0	1.0	-4.5	750.3	76.6	48.5	0.1
2007/03/18	07:00:00	8.9	154.0	118.2	58.3	1.6	0.0	1.0	-3.4	752.2	65.8	169.1	1.6
2007/03/18	08:00:00	10.7	152.4	113.8	88.1	3.5	0.0	1.0	-2.6	743.9	63.9	255.7	3.5
2007/03/18	09:00:00	12.0	157.4	110.6	117.3	4.7	0.0	1.0	-2.0	768.7	62.6	340.2	4.7
2007/03/18	10:00:00	14.5	189.8	100.2	190.6	7.0	0.0	1.0	-0.8	926.8	58.1	552.9	7.0
2007/03/18	11:00:00	15.0	180.7	92.0	120.1	7.5	0.0	1.0	0.6	987.2	57.1	482.2	7.5

(a) 観測データ



(b) 画像データ

図 4 取得データ

2.3. データ利用に関する課題

上記で述べたようにデータ量が膨大であることに加え、通信障害・機器障害・誤設定などによるデータ欠損も多く存在するため、観測者がデータをアーカイブ・管理することは観測者にとって大きな負担であり研究活動の妨げに繋がる。このような課題を解決するようなファイル管理・品質管理を一体で行えるシステムが必要とされている。

また、Field Server データを閲覧・解析するための有用なアプリケーションが準備されていないことも事実である。例えば、データを閲覧・解析するアプリケーションがあることによって、作物生育モデルに反映させ精度向上に繋げられる。また、閲覧ソフトは Field Server の稼働状況を監視することにも役立ち、このソ

フトを拡張すれば Field Server 運用管理ソフトにもなり得る．従ってアプリケーションの開発も非常に重要である．

そこで，本研究では，上記の基本部分である，ファイル管理におけるデータの有無確認(ファイルの存在確認)と，データ閲覧にターゲットを絞ってツール開発を行い，データアーカイブからアプリケーションまで一貫したシステム構築を行う．

次章ではシステム実現のための機能要件および設計指針について述べる．

3. データビューワの機能要件および設計指針

観測者やデータユーザ側でデータをアーカイブし一括管理することは，データ数，データ容量が膨大であることからみて非現実的である．一方で最近ではインターネットの普及により，本研究で対象としている農学の研究者など，コンピュータ関連以外の研究分野にも Web を利用できる環境が整っている．そのため，Web 上からデータを検索・閲覧できるようにする．

ユーザはその検索画面にてサイト名や時刻等のパラメータを設定してデータの検索を行う．検索されたデータに対して可視化処理を施し，Web ブラウザに結果を表示する．

Field Server データの可視化において，農学の研究者には主に下記の 2 つのニーズがあるため，これらについて検討を行い，システムの構築を試みる．

- (i) サイト名・日付毎でデータ表示
- (ii) サイト毎のカレンダー形式表示

(i)において，画像・観測データ(センサからの取得データ)をサイト名・日付毎に仕分けして閲覧したいというニーズがある．これは最も基本的なニーズである．ユーザによって指定されたサイト名・日付によって膨大なデータの中から該当する画像や観測データを検索し，それらを時系列にソートして画像・観測データを 1 つのページに表示する．ただし，画像や観測データを羅列表示してもユーザにとって見易いとは限らない．見易さを考慮するならば，検索された画像や観測データをさらに整理・加工して表示する必要がある．

例えば，その日の昼 12 時に最も近い画像とその日のセンサ毎の最高・最低値をページ上部に配し，次の段に観測データの 1 日分の時系列データをグラフで表示し，下部にはユーザが指定する 1 時間分の画像を表示する．なお，観測データの最高・最低値は，検索されたデータの中でセンサ毎に最高・最低が計算される．

1 日分の時系列グラフは，検索された観測データをセンサ毎にグラフ化されるが，グラフツールとして Ptpplot を使う．これはカリフォルニア大学バークレー

校が開発した Java のアプレットであり，2 次元グラフに関する様々な表示機能を持っている．また，グラフ領域内では関心領域をズームして見ることも可能である[4]．

1 時間分の画像表示においては，検索された画像を 1 時間毎に仕分けし，ページ上に設置されたスライドバーを動かすことによって，該当する「○時台」の画像を Ajax 的に切り替え表示する．これは画像が 2 分毎に撮影された場合，1 日分の画像が 720 枚となり，全て表示するのは困難であるためである．また画像は，ページ上に配置されたズーム用スライドバーを動かすことによって，画像が拡大・縮小するように表示する．

(ii)において，カレンダー形式で画像を並べて表示し，画像や観測データを探したいというニーズがある．ユーザは圃場の様子に興味があり，カレンダー形式の表示はユーザのデータ探索のヒントとなるためである．そこで，カレンダー形式の画像データ表示ページを自動生成する必要がある．なお，ここでいう圃場の様子とは，作物被覆の状態，農作業等を意味する．

そこで，本研究では，カレンダー形式の表示ページは 2 種類用意する．それは「月」対「日」の 1 年分表示と，1 行 1 週間の 1 ヶ月分表示である．1 年分表示では，サイト名と年が指定されたとき，毎日の各 12 時付近の画像の有無を調査して，存在する場合にはそのサムネイル画像を「月」対「日」の表に貼り付け，(i)の 1 日表示へリンクを張る．画像が存在しない場合は，データが存在しない旨の記述を表に貼り付ける．1 ヶ月分表示は，サイト名と年月が指定されたとき，1 年分表示と同様に画像サムネイルを「曜日」対「週」の表に貼り付け，それに 1 日表示へのリンクを張る．

データ検索ページでは(i)と(ii)を統合する．検索のためのパラメータは，サイト名，年，月，日である．なお，月で「ALL」を選んだ場合には 1 年分表示のカレンダー，日で「ALL」を選んだ場合には 1 ヶ月分表示のカレンダーを表示する．

本論文で開発するシステムは，上記のように最小限の検索パラメータ数にすることで非常に簡単なインターフェースを実現し，縦横無尽なデータ探索を目指す．また，(i)のような 1 日分データ表示方法にすることによって，画像・観測データの羅列を必要最小限に抑え，データの概観を理解し易くすることを目指す．以上により，ユーザのデータ利用における敷居を低くし，ユーザにとって利用し易い閲覧環境が実現される．

4. システム構築

4.1. 使用データの導入

本研究では，Field Server データビューワシステムを構築するにあたり，まず，Field Server データの導入作

業が行われる。オリジナルデータが保存されている NARC のサーバにアクセスし、データを東京大学生産技術研究所にコピーし、NARC アーカイバのレプリカを作成する。

観測データは XML ファイルになっており、そのままでは本研究のビューで扱い難いので、4.3 節で述べるような方法によって観測データがエクスポートされデータベースに登録される。画像データはファイルの URL がデータベースに登録される。

4.2. システム構成

本システム の概念図は、図 5 のようになる。流れは以下の通りである。Web を介したユーザのデータの要求に対して、DBMS からデータを検索し、ストレージ管理システムからデータ・URL を引き出し、結果表示ページを生成し、それをユーザの Web ブラウザに表示する。

特に、本研究のシステムが稼働する部分は、表 1 のハードウェア・ソフトウェアを用いて構成されている。

ユーザ側は JAVA1.2 以上をサポートする Web ブラウザが必要である。本システムの動作確認は表 2 の環境下で行っている。

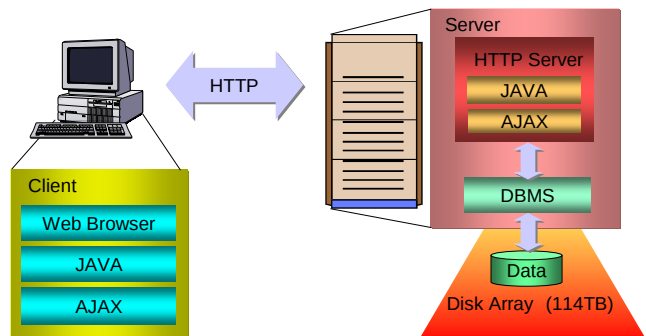


図 5 本システムにおける概念図

表 1 構成ハードウェア・ソフトウェア

Web サーバ，データ処理サーバ	Hitachi BladeSymphony (CPU Itanium 1.67GHz *8, 128GB Mem.)
ソフトウェア	OS: Red Hat Enterprise Linux AS release 4 Web サーバ: Apache 2.0 その他: csh, c, java, perl 等

表 2 ユーザ側の動作環境

OS	ブラウザ
Windows 2000	Internet Explorer 6.0 以上 Firefox 2.0 以上
Windows XP	Internet Explorer 6.0 以上 Firefox 2.0 以上

4.3. XML ファイルからの観測データ抽出

オリジナルの観測データは XML 形式で保存されているが、本システムではそのままでは扱い難いため、以下の方法によって所望の観測項目を抽出して CSV 形式に変換後、データベースに登録している。

フィールドサーバの各観測地点データは、Web 上で公開されている。フィールドサーバデータは 1 日を単位とした整形 XML ファイルに格納されている。またフィールドサーバの観測地点、観測地点説明も XML ファイルで管理されている。データ抽出は、図 6 に示す通り、日単位 XML ファイルで行っている。このファイルは観測データが存在する場合に作成される。このファイルのデータへは観測地点一覧 XML ファイル、各観測地点説明 XML ファイル、各観測地点データディレクトリ、各観測地点 XML をパースし、リンクをたどりファイル内の観測項目名の XML 要素を指定することでアクセスできる。ただしデータが存在するかどうかはこのファイルを読んで初めてわかり、しかも観測地点、観測時期により観測項目に変更が生じる可能性があり実際には観測項目とデータ取得可能性をメタデータとして抽出している。この抽出されたデータは CSV 形式で保存され、各日の XML ファイルについて同様の処理を行う。

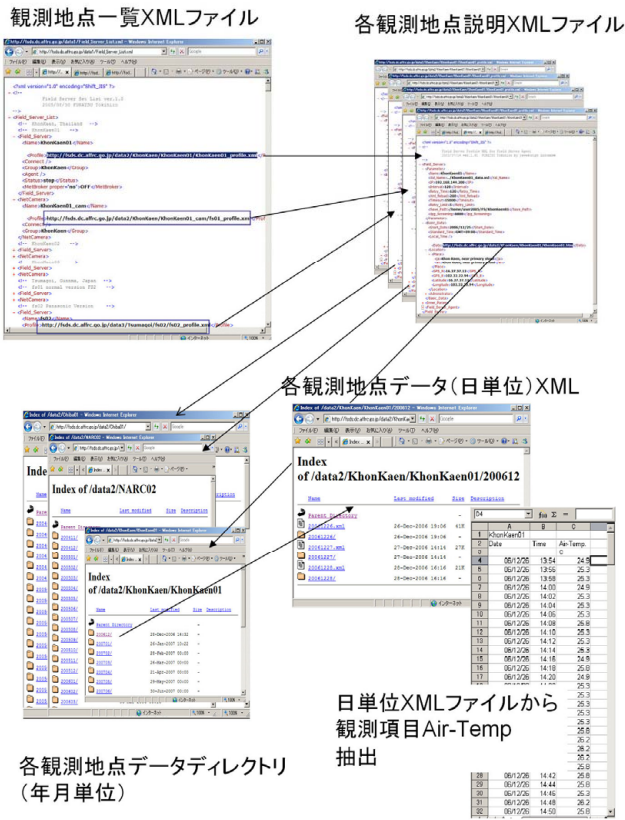


図 6 XML ファイルからの観測データ抽出

4.4. 可視化方法

本節では、第3章で検討した指針に基づいて開発したツールを述べる。

Webブラウザによるデータ検索画面は図7のようにレイアウトした。検索の選択項目は、サイト名(Field Server 名)、年、月、日のみのシンプルなものにした。

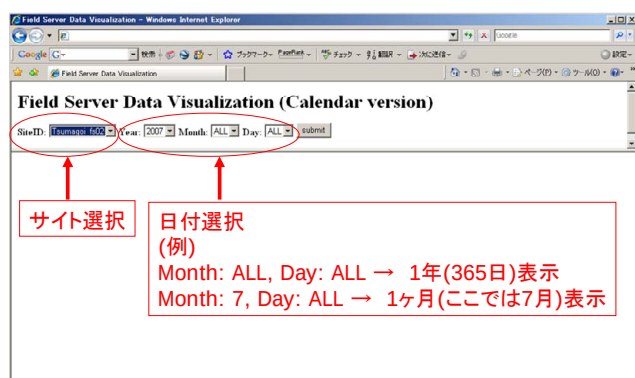


図7 データ検索画面

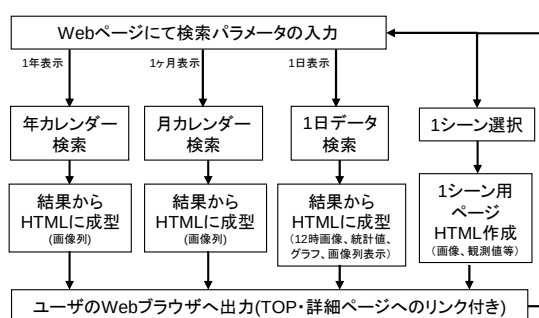


図8 データ表示処理の流れ

図7によって指定されたパラメータを用いて、図8の方法によって可視化される。図7において月が「ALL」として選択された場合は図8の1年分のカレンダー表示、図7において月が「1」～「12」で日が「ALL」として選択された場合は図8の1ヶ月分のカレンダー表示、図7において月が「1」～「12」で日が「1」～「31」で選択された場合は図8の1日分の表示がそれぞれ行われる。それぞれのHTML成型において、入力パラメータからデータ検索を行い、出力されたりリストをもとに、画像表示、観測値・統計値表示、グラフ表示、画像時系列表示等の各HTML文が出力される。最後にその結果をユーザのブラウザに出力する。もし、画像時系列表示である1シーンの画像をクリックした場合には、1シーンの詳細情報(サイト名、時刻、画像、観測値等)が表示される。

5. Field Server データの表示

本章では、第3章の要件に従って開発された第4章のシステムの結果について述べる。

5.1. 年カレンダー表示

図9は、図7の検索ページにおいてサイト名を「Tsumagoi_fs_02」、年を「2007」、月を「ALL」と選択したときに出力された結果である。このように群馬県嬭恋のサイト(キャベツ畑)の2007年が365日のカレンダー形式で表示された。縦軸は月、横軸は日にちである。各日の画像はそれぞれ昼12時付近の画像を用いて表示されている。画像がない日は何らかの原因のために未観測で「None」と表示されている。画像をクリックすると、後で述べる1日分のデータ表示が行われる。この表示によって、季節毎・月毎の圃場の被覆の状態の変化がよく理解できる。急激な被覆変化を見つ

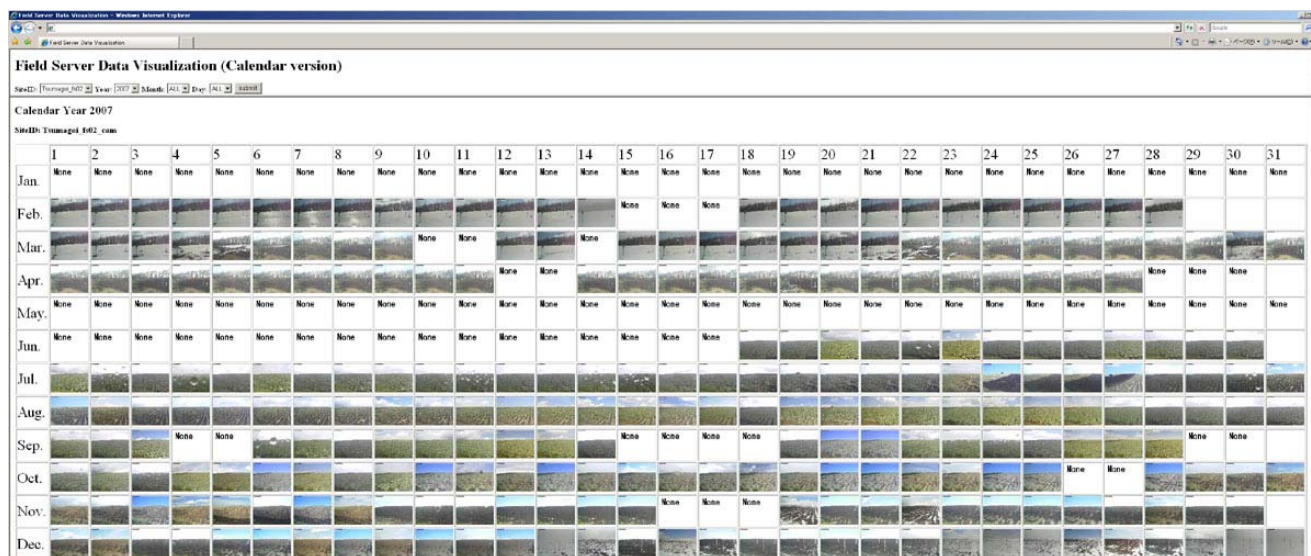


図9 年カレンダー形式表示

けた場合にはその付近のデータを探索することが容易である．未観測の日が一目瞭然であり，観測機器の管理にも役立つ．

5.2. 月カレンダー表示

図 10 は，図 7 の検索ページにおいてサイト名を「Tsumagoi_fs_02」，年を「2007」，月を「7」，日を「ALL」と選択したときに出力された結果である．このように群馬県嬭恋のサイト(キャベツ畑)の2007年7月の1ヶ月分がカレンダー形式で表示された．縦軸は週，横軸は曜日である．表内の数字は日付である．各日の画像はそれぞれ昼 12 時付近の画像を用いて表示されている．画像がない日は何らかの原因のために未観測で「None」と表示される．画像をクリックすると，後で述べる 1 日分のデータ表示が行われる．この表示によって，1 年カレンダー表示から 1 ヶ月カレンダー表示へ期間をクローズアップして圃場の被覆の状態の変化が細かく理解できる．急激な被覆変化を見つけた場合，その付近のデータを容易に探索できる．未観測の日が一目瞭然であり，観測機器の管理にも役立つ．

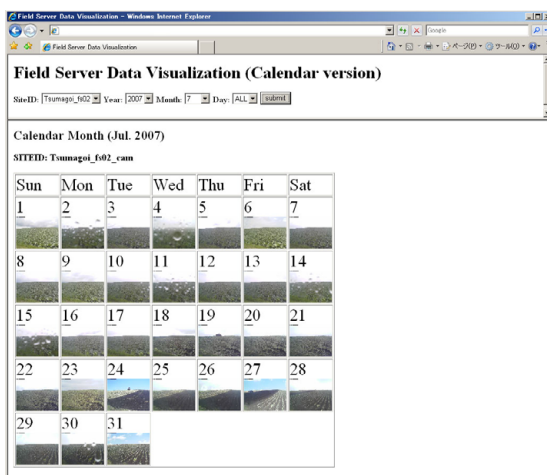
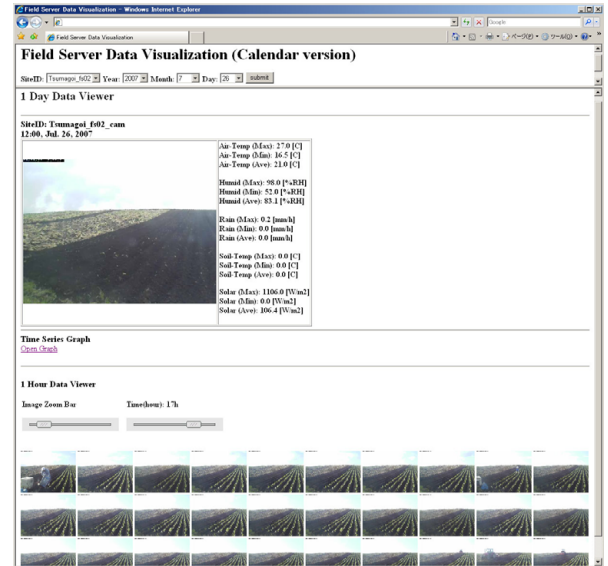


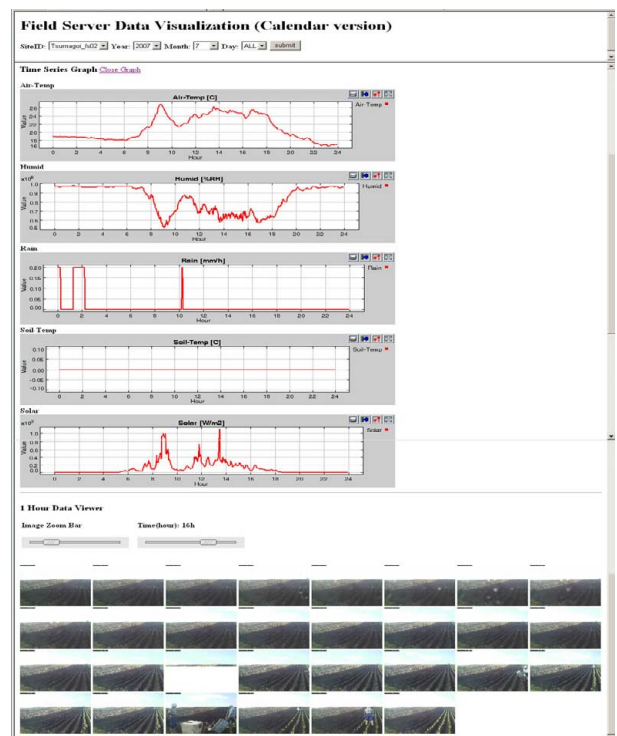
図 10 月カレンダー形式表示

5.3. 日データ表示

図 11(a)は，図 7 の検索ページにおいてサイト名を「Tsumagoi_fs_02」，年を「2007」，月を「7」，日を「26」と選択したときに出力された結果である．なお，年カレンダー表示(サイト名「Tsumagoi_fs_02」の2007年)あるいは月カレンダー表示(サイト名「Tsumagoi_fs_02」の2007年7月)から7月26日の画像をクリックしても，図 11(a)の表示に辿り着くことができる．図 11(a)に示す通り，その日の12時頃の画像，その日の観測データの最高および最低，グラフ表示へのリンク，その日の中の1時間分画像時系列が表示された．



(a) 時系列グラフなし表示



(b) 時系列グラフ付き表示

図 11 日データ表示

その日の観測データの最高および最低は，その日における気象や土壌の概要を示すもので非常に重要な値であるため表示している．実際には，検索された観測データからサーバサイドで最高と最低を計算し，HTMLに出力している．

画像時系列では1時間分のみ表示しているが，これは表示枚数が多くなると表示時間がかかってしまうため，なるべく枚数を少なくして，表示に対するストレスを抑える工夫である．このサイトの場合，2分毎の

観測で1日では720枚の画像が存在する．表示時刻を変えるには，画像時系列の上方に設置されている「時刻スライドバー」をマウスで動かす．Ajaxによって，該当の画像時系列が読み込まれる．そのスライドバーの隣には画像拡大スライドバーが設置されている．このスライドバーを動かすと，画像時系列が拡大・縮小される．画像時系列のうち，収穫・作業等のユーザが興味のある1枚をクリックすると，次節に示すような，1シーンについての詳細が表示される．

グラフ表示のリンクをクリックしたとき，図11(b)のように，リンクの領域にその日の観測値の時系列グラフが観測項目毎に埋め込まれた．このグラフはJavaアプレットで表示されており，マウスでグラフ領域を選択するとその領域をズームインして表示することが可能である．このようなグラフは，その当時の気象を知ることができるほか，観測項目同士の比較検討も可能である．

5.4. 1シーン表示

前節の画像時系列の1シーンをクリックすると，図12に示すような1シーンの詳細データが表示された．サイト名「Tsumagoi_fs_02」と時刻「2007年7月26日16:52」が表示されるほか，そのときのセンサによる観測値，画像データが表示された．選択された時刻での観測サイトのイベント(気象，農作業等)を知ることができる．将来は，このページにタグやコメントを記入できる機能を付加し，作物生育モデル開発のための支援ツールに拡張することも検討する予定である．

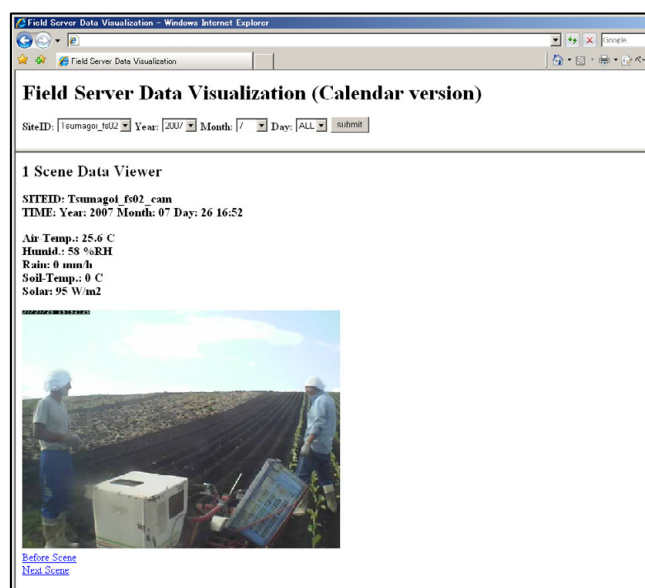


図12 1シーンデータ表示

6. まとめ

本研究では，データの爆発が起きている Field Server データの効率的なデータ利用支援を目的として，Field Server データビューワシステムについて検討しシステムの試作を行った．

1600万シーンのデータを縦横無尽に探索できるようにするために，扱いやすい検索インターフェース，データの効率的な探索のためのヒントとなるような画像のカレンダー形式表示，1年・1ヶ月・1日・1シーンの階層的なデータ表示等を実現した．

カレンダー表示では，観測サイトの日々の変化を観察することができ，急激な変化については，階層的に詳細データを表示していくことが可能であり，ユーザの効率的なデータ探索が期待できる．

1日表示では，観測データの羅列を排除しグラフ化することで日変化の理解が容易となった．また，ユーザの使い勝手を考慮し，1日分の画像時系列ではなく1時間分表示とすることで，素早い Web ページ表示，興味のある時間帯のみの画像列表示を実現した．

今後の予定として，観測データの統計処理結果の表示，被覆率算出や人検知等の画像処理の検討およびその結果表示，作物生育モデルを作成するために必要な情報を蓄積できる機能を検討する．また，多くの研究者に開放しアンケートやユーザのデータ探索ログを解析することによってシステムの評価を行う．

文 献

- [1] 独立行政法人 農業・食品産業技術研究機構 中央農業総合研究センター，“Field Server,” <http://model.job.affrc.go.jp/FieldServer/> , 2007.
- [2] 平藤雅之，“（招待講演）フィールドサーバによるユビキタス環境とセンサネットワークの構築,” 信学会, 第18回 回路とシステム軽井沢ワークショップ論文集, pp. 175 - 180, 2004.
- [3] 平藤雅之，“フィールドサーバによるセンサネットワークとユビキタス環境,” 農業機械学会誌, Vol. 66, No. 4, pp.4 - 9, 2004.
- [4] Ptolemy Project - UC Berkeley -, “Ptplot,” <http://ptolemy.berkeley.edu/java/ptplot/> , 2007.