

【講義0】

サイエンスキャンプ受講にあたって

このサイエンスキャンプでは...

- ・ 農業における計測の重要性や難しさを理解する
- ・ 計測装置「フィールドサーバ」を製作する
 - * 電子工作・機械工作・プログラムを2～3名のグループで行います
- ・ 圃場や作物の気になる場所に設置して計測する
 - * 基本的に自分達で自由に対象を選んで下さい
- ・ 実習で体験・学んだことについて考えてみる
 - * 実験結果や失敗談、感想などをまとめて最終日に発表して下さい

講義・実習について

- ・ 気になったら講義中でも構わず質問して下さい
- ・ 講義は必ずしも資料通りに行いません
- ・ 実習で使用する工具は使い方を良く聞いて下さい
 - * 怪我をしないよう取り扱いには十分注意して下さい
- ・ 実験で外に出る時はオートロックにご注意下さい
 - * トイレ・飲食はご自由に。指定敷地外へは行かないで下さい。

PC・インターネットについて

- ・ 各チームに1台ノートPCを貸し出します
 - * インターネット・プログラム・データ解析などに利用します
 - * キャンプ終了後、作成したファイル等は全て削除されます
 - * データのコピーなどを希望する方は事前にお伝え下さい
- ・ 無線LANは以下のネットワークに接続して下さい
 - * SSID: FS-lecture / 暗号: scamp(WEP 64bit ascii)
 - * インターネットのログは記録されます。不要なアクセスにご注意。

何かおかしいときはすぐに連絡を！

研究所敷地内について

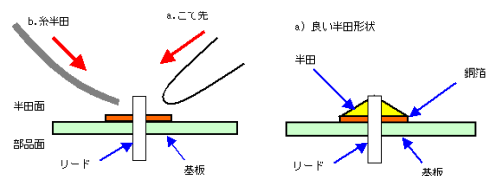


実習で使用する工作機械

-- はんだづけ --



<http://homepage1.nifty.com/x6/electmake/solder.htm>



- ・ やけど・火災に注意
- ・ 使用しないときは電源OFF
- ・ フラックス(ヤニ)に注意
- ・ 慣れないうちは練習基板で

実習で使用する工作機械

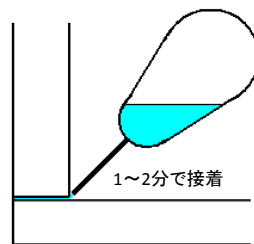
-- 機械加工 --



- ・ 長袖など巻き込まれないように。手袋厳禁。
- ・ 防護メガネ等着用。刃先に注意。

実習で使用する工作機械

-- アクリル接着 --



アクリル接着：アクリル同士を溶かして一体化

- ・ 細かいところは専用の注射器を使用する
- ・ 目などの液の飛び跳ねに注意。要防護面

実習で使用する工作機械

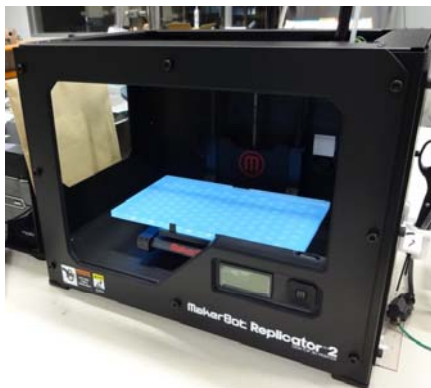
-- 工具一覽 --



- ・ 使い方の分からない工具は使用方法を確認すること

実習で使用する工作機械

-- 3Dプリンタ --



<https://www.tinkercad.com/> で幾何学的に3Dデータ作成
(fs.lecture@yahoo.com / scamp2014でログイン)

【講義1】

農業現場で求められるデータとは

なぜ圃場モニタリングが必要か？

20世紀型農業では、

- ・ 作物の生産量・生産性を向上
- ・ 作物の品質・付加価値を高める



経験や勘に基づく農業



21世紀型農業では、

- ・ 食の安全・安心の確保
- ・ 環境調和型農業の実現
- ・ 温暖化・気候変動への対応
- ・ 高齢化による技術伝承



詳細な圃場データに基づく農業



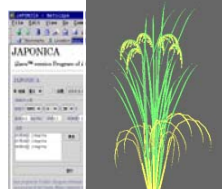
圃場データが取得できれば...

詳細な圃場情報を継続的に取得することで

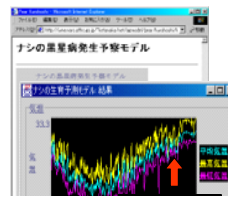
- ・ 作業内容・計画の判断
- ・ 病虫害防除の対策
- ・ 圃場特性の定量評価



リスク予測モデル



生育予測モデル



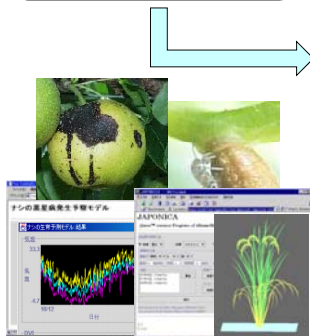
病害予測モデル



意思決定に必要な情報を提供

どの情報から何を改善できるのか？

- ・ 作物の生育情報
- ・ 圃場の環境情報
- ・ 農家の作業情報



作物の生育状態を把握

- ・ 施肥・灌水などの作業内容の判断
- ・ 収穫タイミングなど作業計画の支援

作物・圃場の異常を監視

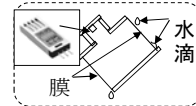
- ・ 病虫害防除や遅霜対策などの判断
- ・ 鳥獣害や作物泥棒への被害対策

作業内容・圃場特性の評価

- ・ 従業員の労務管理・作業の効率化
- ・ 長期的なデータに基づく圃場改善

具体的には何を測る？

- ・ 気温・湿度・日射量といった気象計測項目
→ 通常のセンサネットワークはこれだけ
- ・ 土壌水分・濡れ時間など農業特有のデータ
→ 自作センサなどに対応する必要あり
- ・ 樹液流・糖度・果実など植物生理学的要素
→ 作物・農作業を妨げずに測るのは難しい
- ・ 草丈・LAI・葉色など生育指標となる値
→ 形質・生育ステージも含めて画像判断
- ・ しおれ・病虫害・食害など被害状況の判断
→ 結果を即座にフィードバックする必要有
- ・ 作業内容・時間・量といった農作業履歴
→ 人・もの・機械の動きをどう自動認識・記録？



どうやって圃場データを取得する？

多くの農家はアメダス(AMeDAS)のデータなどを利用



しかし...

- ・ 計測地点は平均21km²に1点
- ・ 計測項目は最大4要素のみ
(気温・風向風速・日照時間、降水量)
- ・ 農業に必要な計測項目不足
(湿度・日射量・土壌水分など)
- ・ データ取得の手間・負担



農家が自らデータ収集

これまでの圃場計測手法は...



計測器には厳しい環境
様々な対象・計測項目
分散圃場は各地点を計測
少ない労力で長期的に
安価で簡単に利用したい
⋮

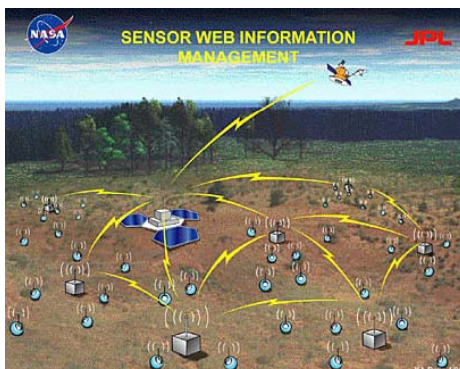


センサネットワークを利用

小型の無線計測装置で広範囲を簡便に計測



センサネットワークとは



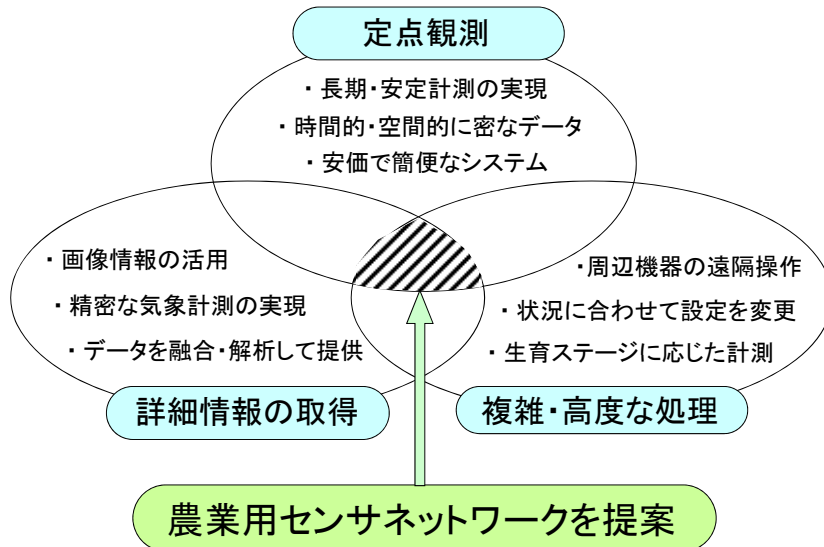
- ・ 無線・センサ機能を備えたセンサノードを大量に配置
- ・ 相互に通信をしながら計測データを集めて転送
- ・ 小型・省電力・自律運用
画像データは扱わない



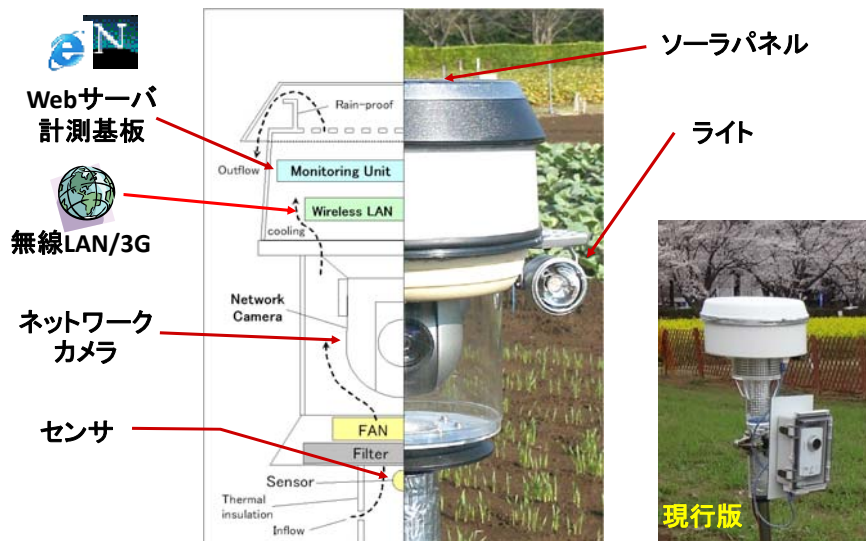
そのまま農業分野で利用するのは難しい

- ・ 設置後に設定・計測対象を変更できない
- ・ 画像情報を利用するのに向いていない

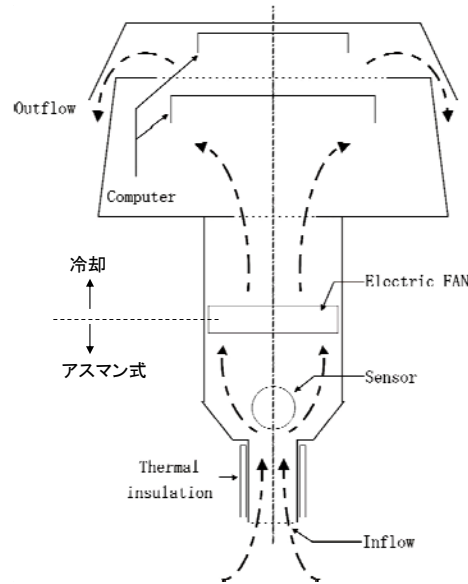
圃場計測で要求される要素



農業用センサネット「フィールドサーバ」



フィールドサーバのケーシング



ファンで通風して
内部機器を冷却



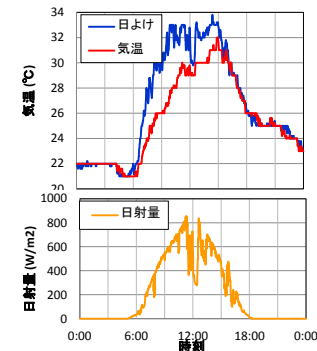
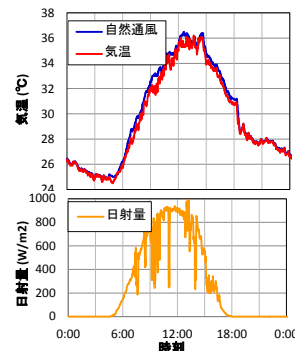
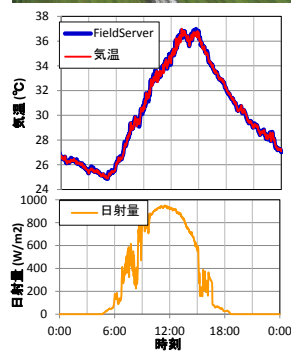
屋外環境下で
電子機器利用可

気流を利用して
センサにも通風

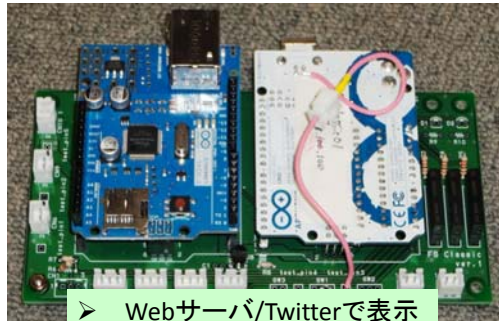


強制通風計測で
計測精度向上

計測方法による気温の違い



計測データはWebサーバで表示



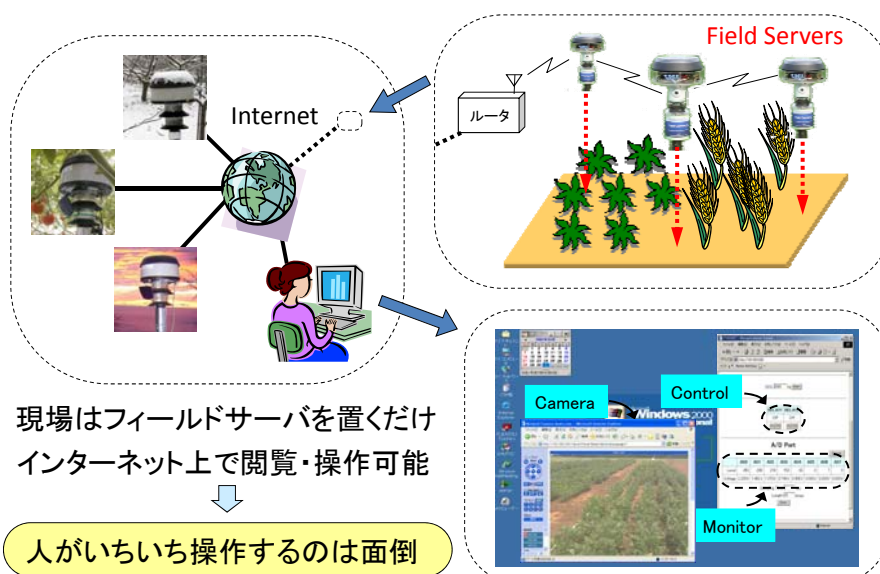
- Webサーバ/Twitterで表示
- A/D コンバータ(10bit:6ch)
- 電源制御用リレー(3ch)
- モード(常時/タイマ)切替可



様々なセンサが
接続可能

電圧出力 : 温度, 湿度, 日射量, CO2...
パルスカウント: 降水量, 風速, 害虫カウント, 葉の濡れ...
周波数計測 : 土壌水分, 土壌電気伝導度...

フィールドサーバの使い方



フィールドサーバにアクセスしよう



フィールドサーバ

- ・ <http://192.168.20.200>

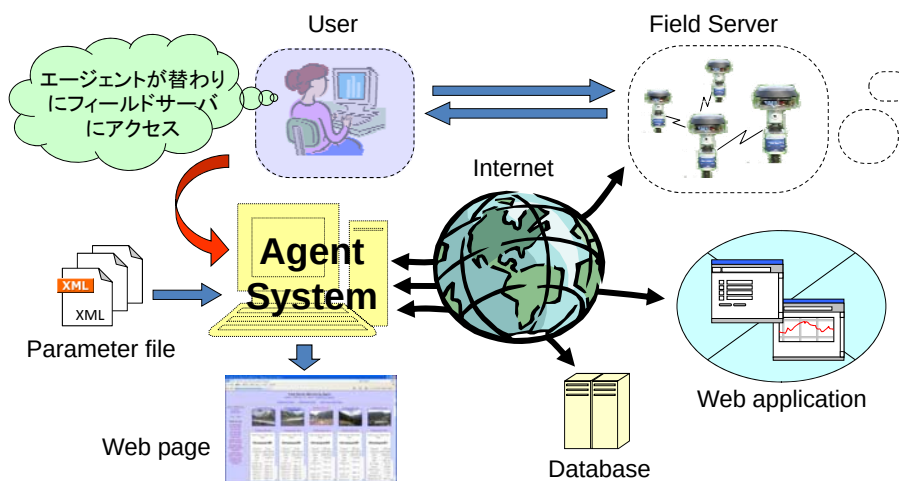
カメラモジュール

- ・ <http://192.168.20.100>
- ・ <http://192.168.20.100/jpg/image.jpg>
で直接画像取得



- ・ <http://192.168.20.150>
- ・ <http://192.168.20.150/SnapshotJPEG?Resolution=640x480&Quality=Clarity&Interval=60> で直接画像取得

管理プログラム「エージェントシステム」



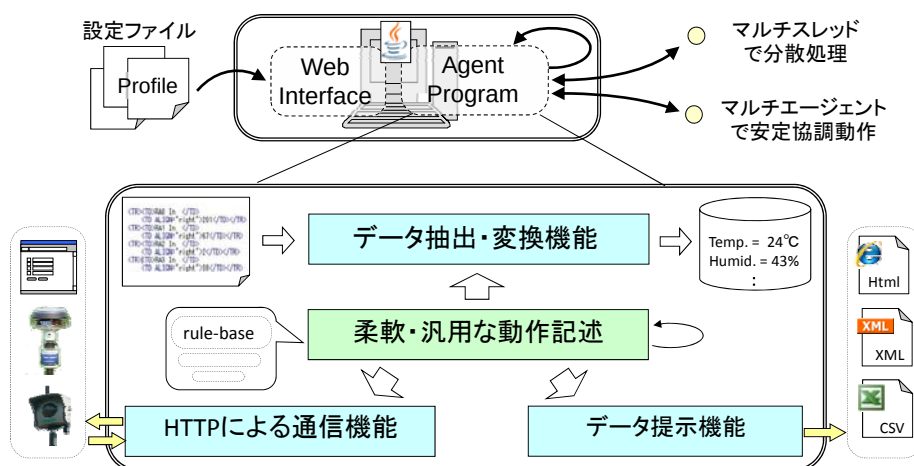
エージェントシステムが自律的にデータ収集・解析・提示

エージェントのデータを見てみよう

<http://192.168.20.2:8080/FieldServer/index.html>



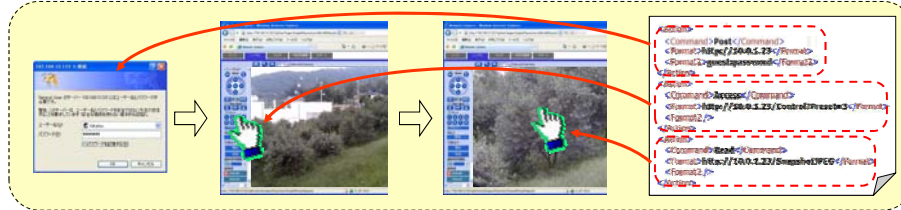
エージェントシステムの特徴



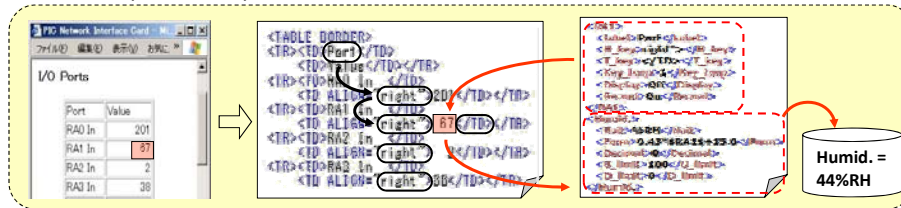
複雑な解析は外部モジュールで分散処理させることで機能拡張

エージェントシステムで何ができる？

利用者に代わってWebセンサノードを操作・データ収集

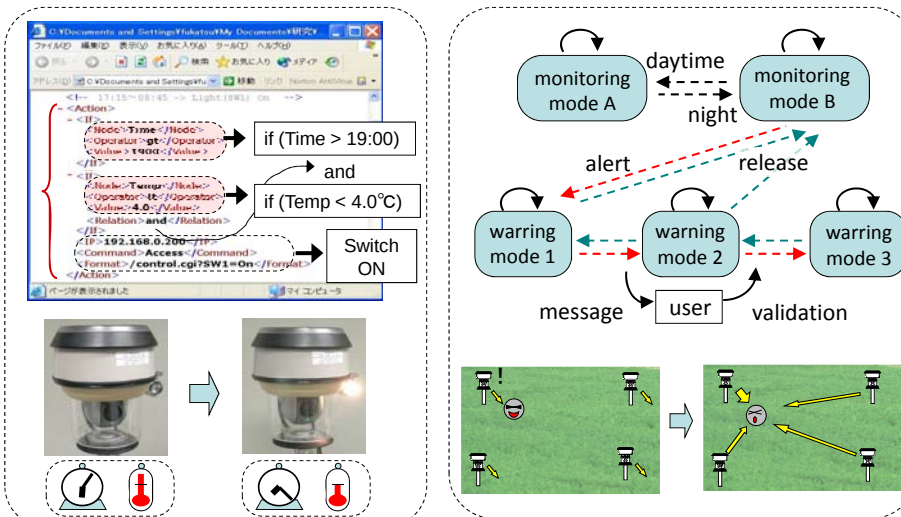


生データ(電圧出力)を設定ファイルに基づいて抽出・変換・出力



⇒ 任意のWebセンサノード・接続センサのデータを共通形式で出力可能

ルールベースによる柔軟な管理

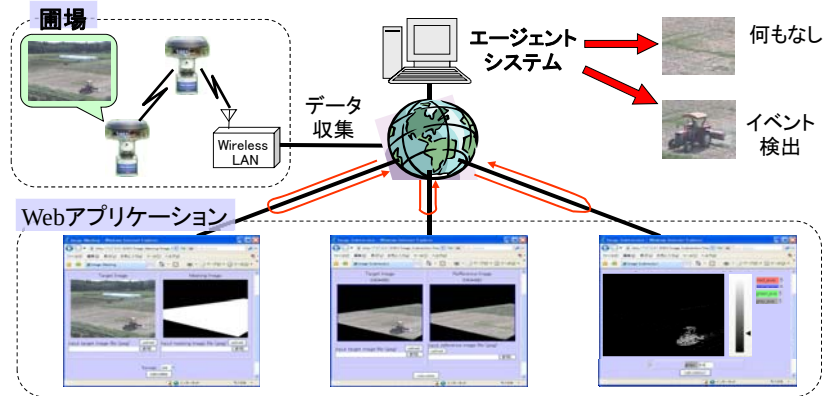


IF-THENルールでコマンド・Profileを切り替え



複雑な動作内容を実現

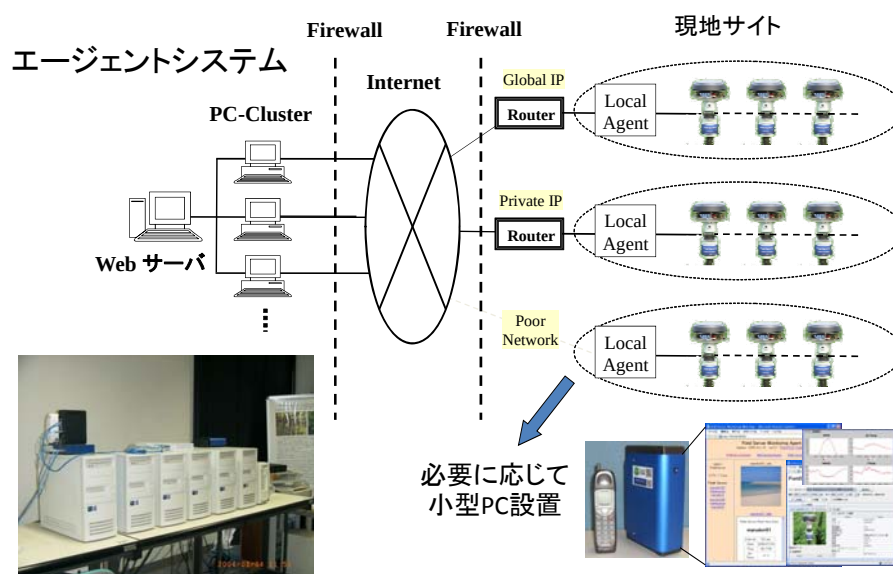
複雑な処理はWebアプリを利用



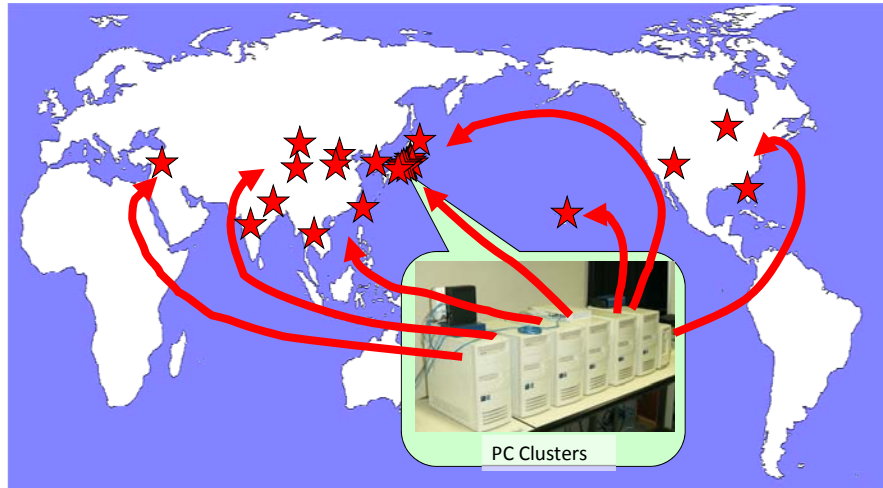
- ・ WebセンサノードだけでなくWebアプリにもアクセス可能
- ・ 必要に応じて目的の解析処理を行うWebアプリを用意

⇒ Webアプリを用いた分散処理によって柔軟に解析処理を実現

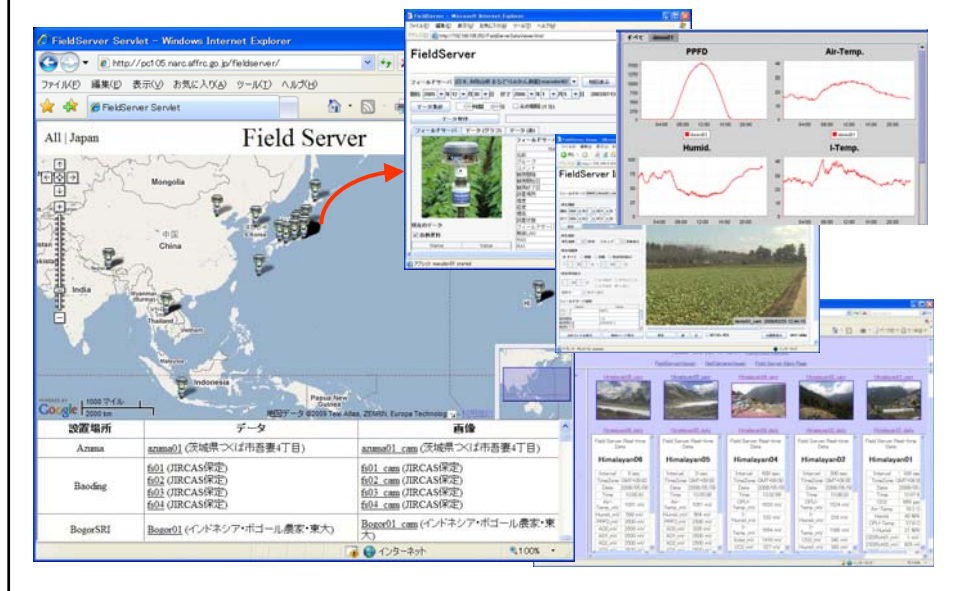
ネットワーク経由で各サイトを管理



世界各地で運用実験を実施



データ閲覧のアプリケーション例



温室モニタリング (カゴメ)



直販農家(福島県)

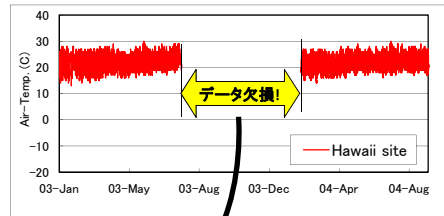
[illegible]

中国砂漠緑化プロジェクト

ハワイ・UCC農園での運用事例



農場のPR活動にも利用



野生動物などによって機器が破損

ケーブルの保護・敷設の強化が必要

中国・JICAプロジェクトでの導入



盗難防止用に鉄格子が敷設

通信環境劣化

ケーブルが盗難

ソーラパネル盗難防止のためケーブルで電源供給



長期運用には現場の協力が必須

センサ劣化



ワークショップ・講習会の開催@タイ

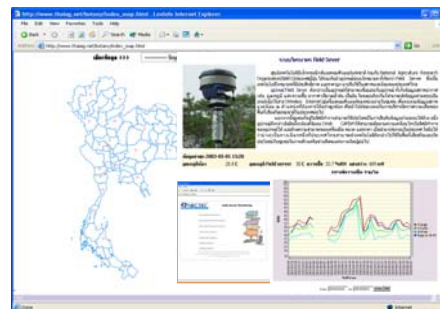
タイ版フィールドサーバの運用



強風による転倒



メンテナンスは必須



電源供給がない場所での運用



小型ソーラによる
間欠駆動



小型ソーラによる
間欠駆動



大型ソーラによる
常時接続



風力+ソーラ



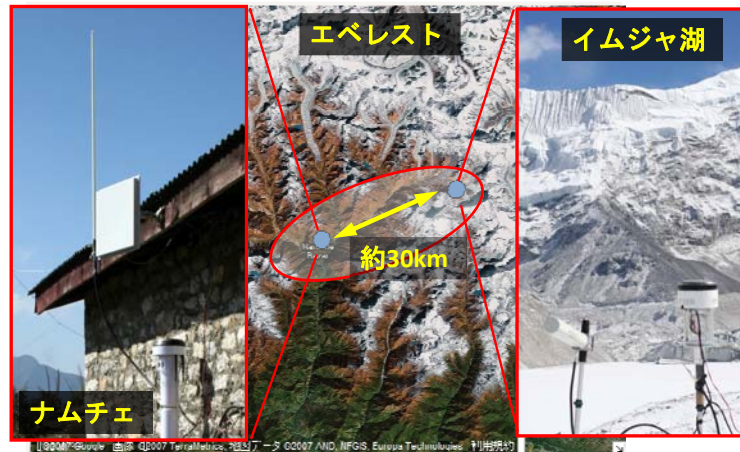
電柱設置
(~数万円)

どれくらいの頻度で計測するか？
画像などの周辺機器は利用するか？
どの時間帯のデータが重要か？



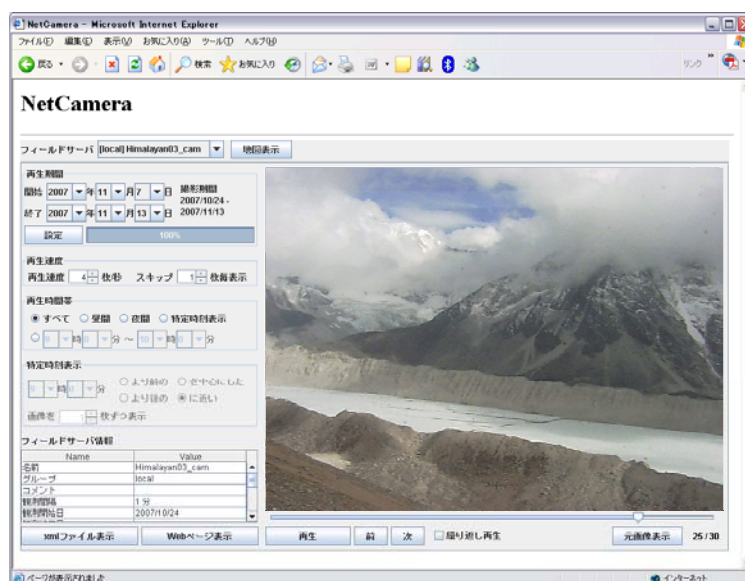
周辺機器の電源を
エージェント・フィールド
サーバが柔軟に
on/offして節電

極限環境用フィールドサーバ

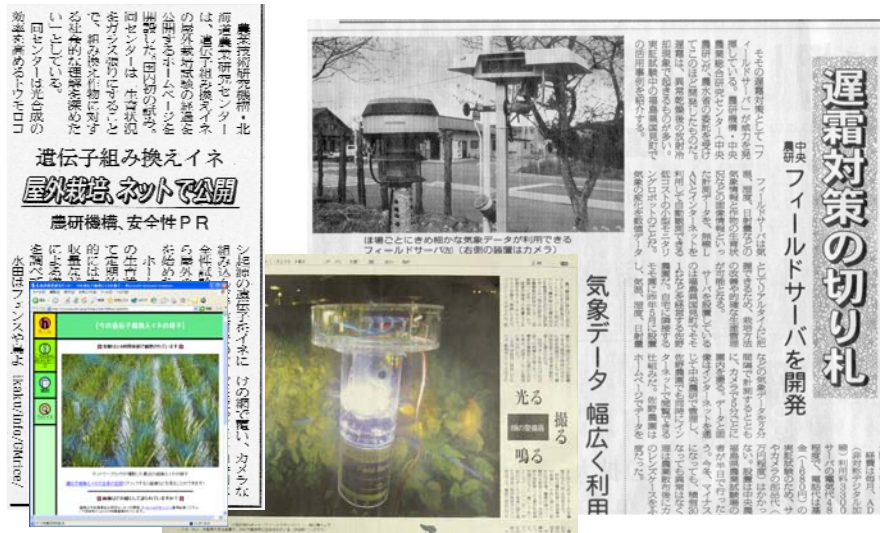


- ・ 海外仕様の無線LANであれば30kmの通信も可能
- ・ 2重構成 / 省電力駆動 / 衛星通信(VSAT) の利用

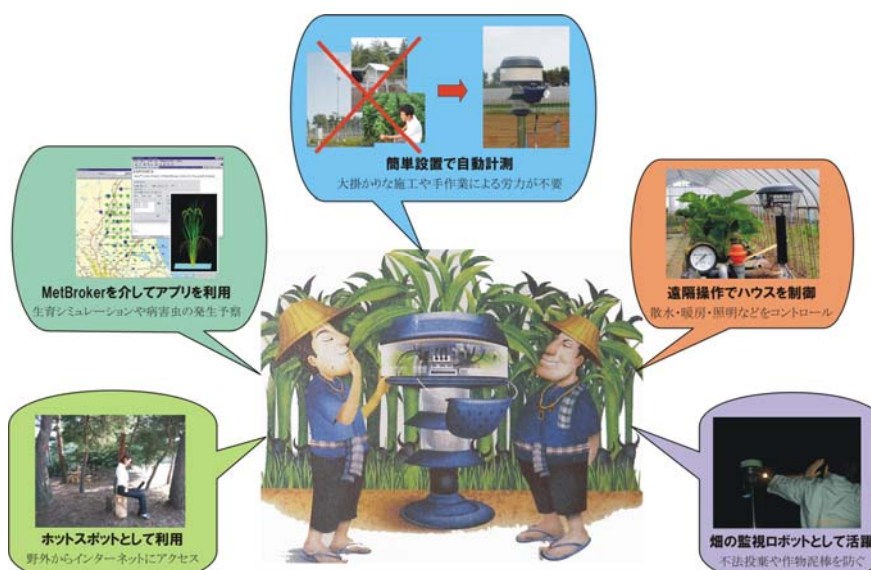
氷河湖決壊モニタリングシステム



フィールドサーバの利用場面



フィールドサーバの利用場面

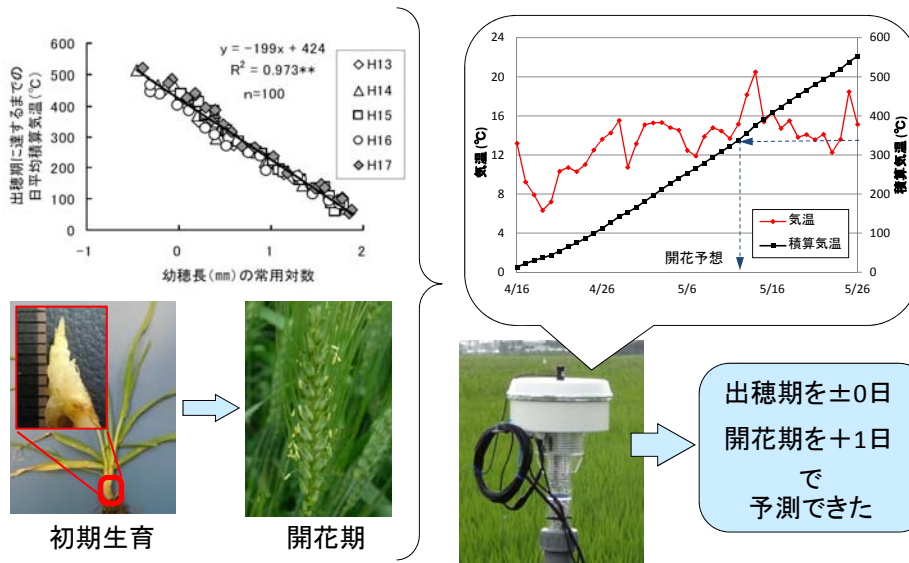


フィールドサーバの農業適用事例

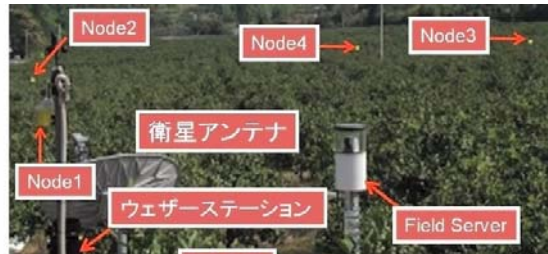
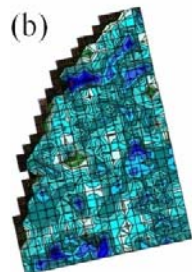
- ・ 気温データを用いた小麦の出穂期・開花期予測
- ・ 濡れ時間によるナシの黒星病発病予測
- ・ 高品質ミカン(まるどり方式)のための土壌水分計測
- ・ 果菜類ハウスの環境制御のための換気窓操作
- ・ 画像データによるイネの被植率モニタリング
- ・ フェロモン&画像によるイネ害虫(ホソヘリカメムシ)検出
- ・ 長期モニタリングによる栽培・圃場管理の支援
- ・ 農薬適正使用や生産管理のための農作業記録

⋮

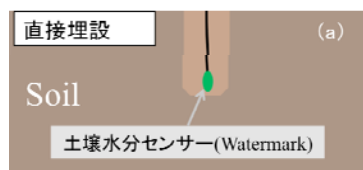
小麦の出穂・開花予測



センサが良くとも設置が悪いと...

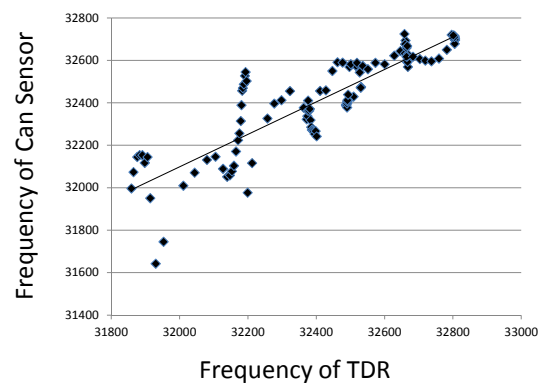
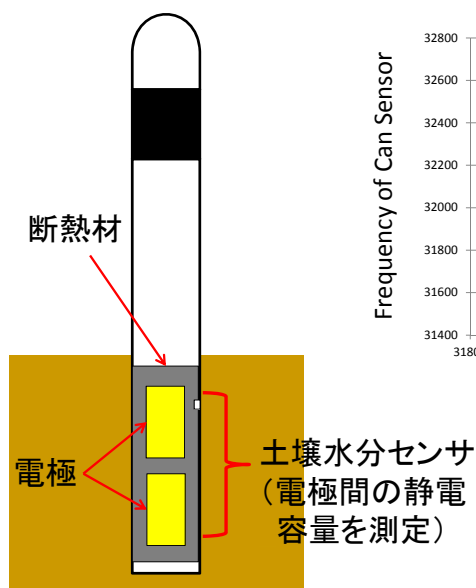


農業情報研究 Vol. 20 (2011) No.3 p.110-121



正しく埋設しないと目的の土壌の水分量は測れない

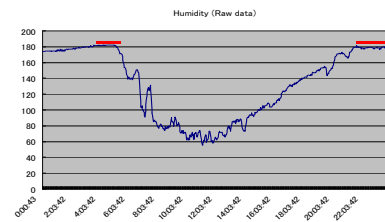
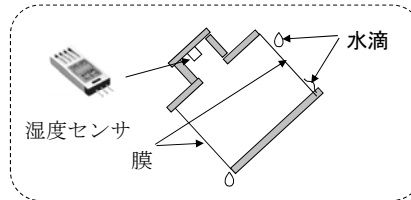
土壌水分も非接触で計測



従来の土壌水分センサは劣化・故障しやすい

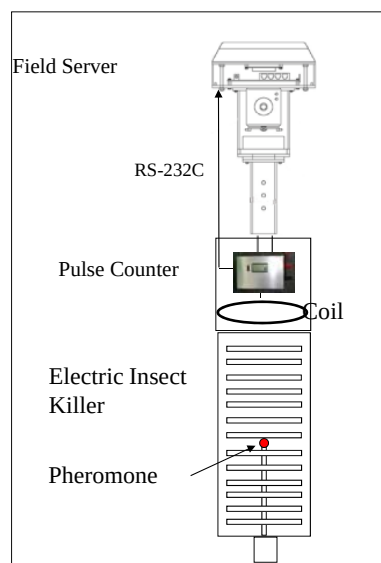
病害発生モデルは濡れ計測が重要

葉の濡れ時間を測るセンサ

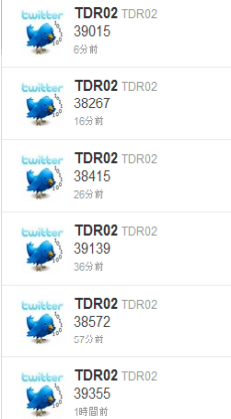


自作センサにも即座に対応

害虫カウンタによる発生予察

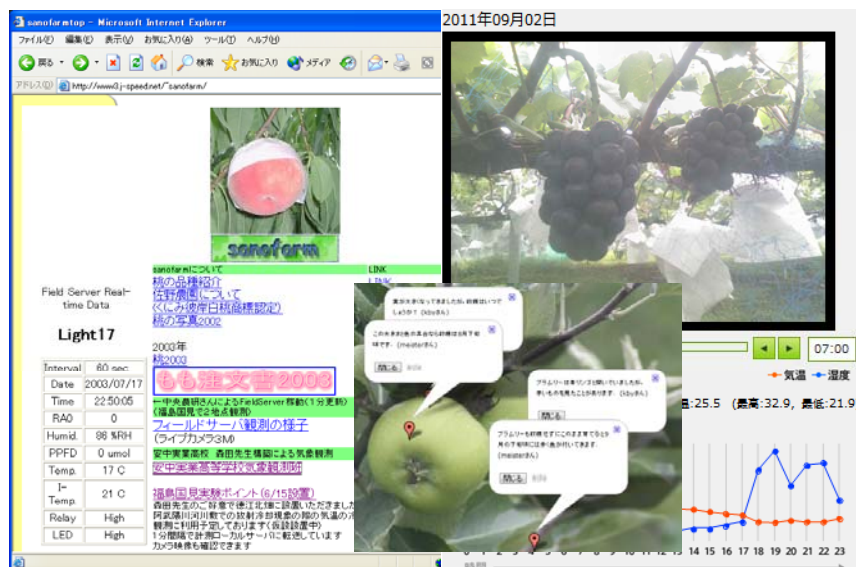


樹体水分センサで生育状態を計測

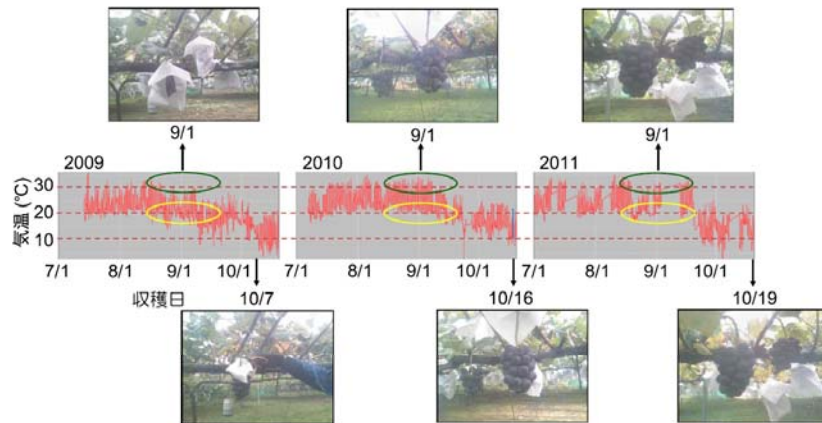


⇒ フィールドサーバが樹体水分データを自動的にTweet

果樹園では画像情報も重要



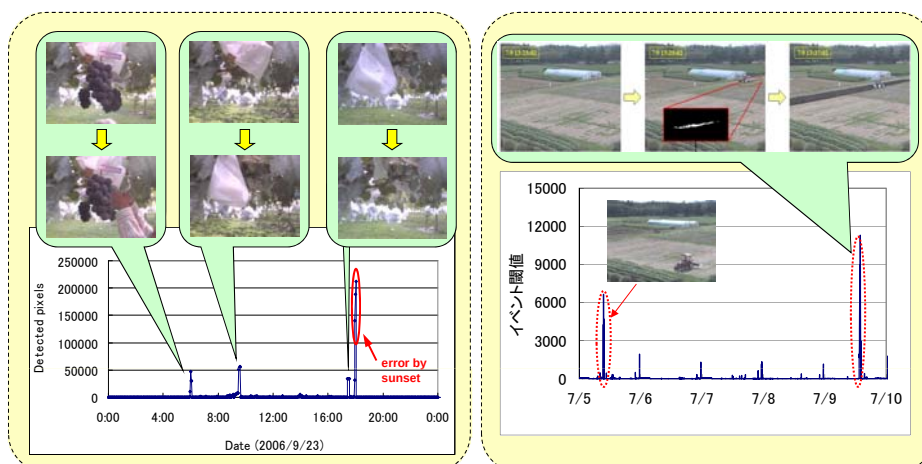
基準年との違いを可視化



農業情報研究 Vol. 22 (2013) No.1 p.1-11

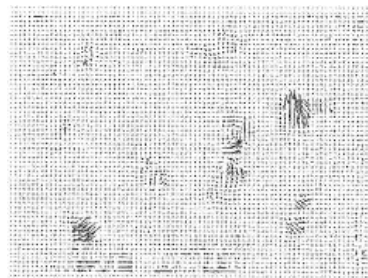
農業分野では長期にわたりデータ取得することが重要

画像から農作業イベントを自動検出

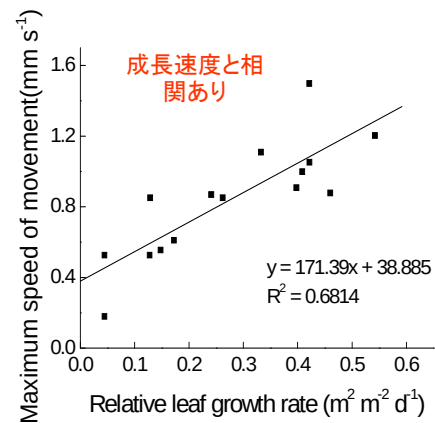


大量の取得画像から変化のないものをフィルタリング

画像情報から成長速度を計測



オプティカルフローで植物の動きを定量的に計測



温室トマトの「見える化」



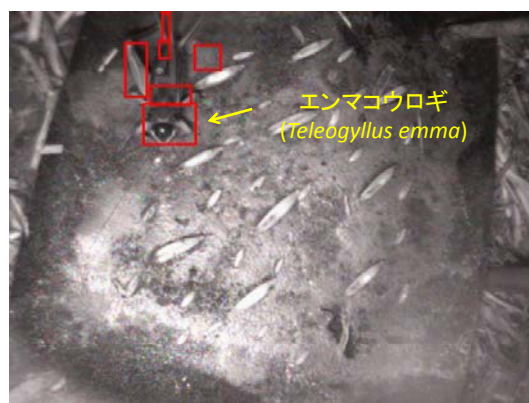
顕微画像によるモニタリング



病虫害の発生状況を近接高精細画像で取得

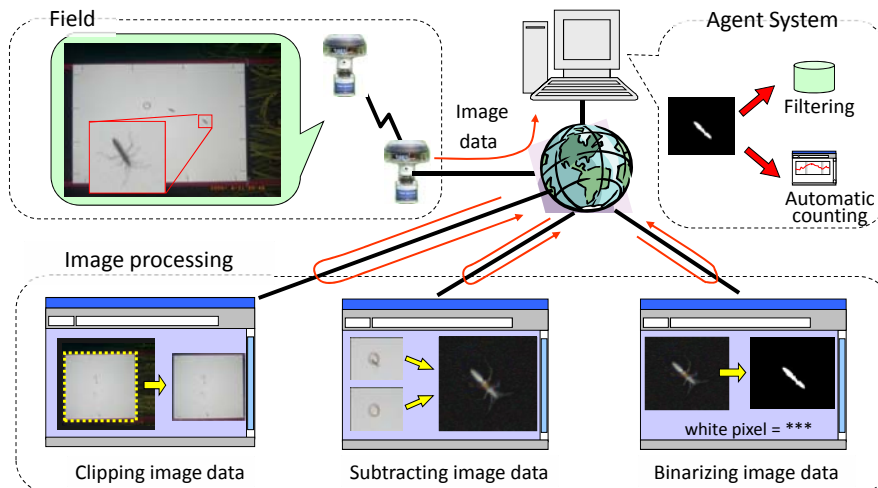
圃場生態の「見える化」

赤外線カメラを接続

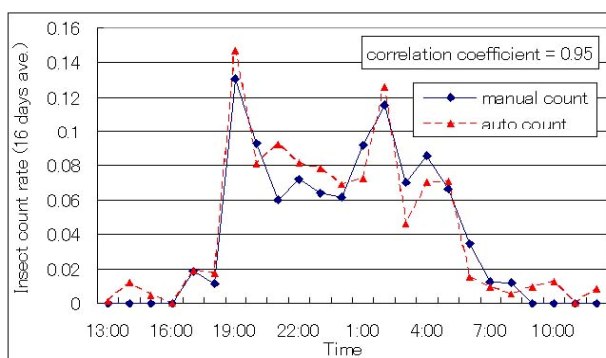


CHLAC(立体高次局所自己相関特徴抽出法)による夜間の圃場生態の自動検出

画像を利用した害虫計数システム



設置環境や条件を工夫すると...



クモヘリカメムシ
(Hemiptera:Alydidae)

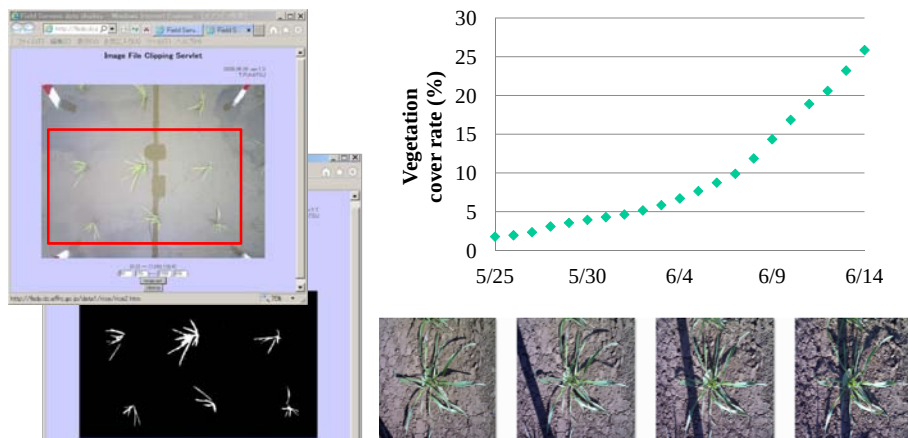
フェロモン剤による誘引 + 垂直虫見板の画像計測



複雑な画像処理を用いずに高精度の自動計数を実現

Comp. & Elec. Agri Vol. 80 (2012) p.8-16

屋外撮影画像は外乱がいっぱい



自然環境下の外乱を考慮して画像処理し対象を抽出

Comp. & Elec. Agri Vol. 96 (2013) p.58-66

高解像度画像ならより詳細な情報も



イネの開花のタイミングや状況を画像で確認可能

マメ科の葉の調位運動

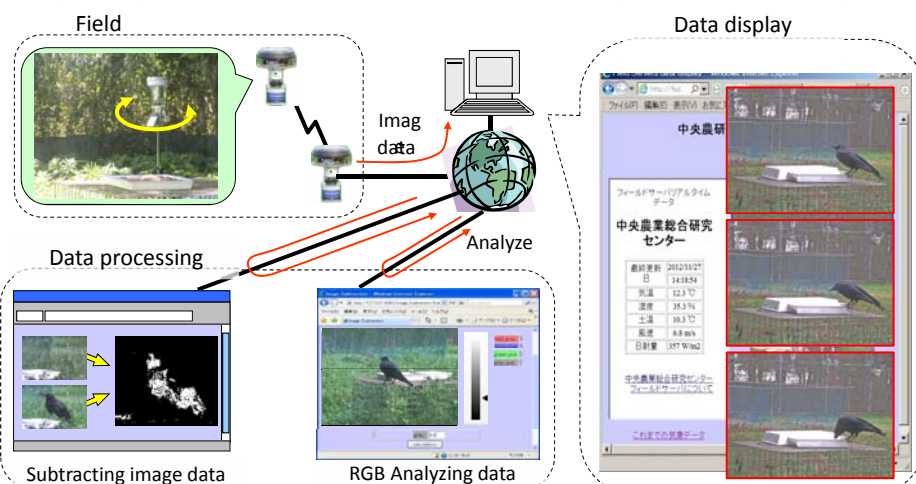
光の角度に応じて葉の角度が変化

日射量・水分ストレス・植物の種類によって異なる

-
- ・ 太陽光に対して水平に (植物が乾燥しないよう)
 - ・ 太陽光に対して垂直に (光合成がよくできるよう)



野生鳥獣による被害状況を監視



どのようにして、即座(自動的)に追い払うかが大きな課題...

短期間でどんなものが測れるか

- ・ 圃場環境がどのように変化しているか
- ・ 測り方や設置場所による違いの確認
- ・ 作物の生育状態と環境条件との関連
- ・ 病虫害の発生状況と環境条件との関連
- ・ 作物の生育量・生育状態の観察
- ・ 病虫害の様子や圃場状態の変化の観察
- ・ センサ計測の代替としての画像モニタリング

センサ

画像

各グループで対象を決めて屋外計測を実施

— メモ —