2019.8.26
明日の農業の未来を技術で語るコラボレーション
＠富士通株式会社
（世界貿易センター30F）

農業に期待する新たな技術

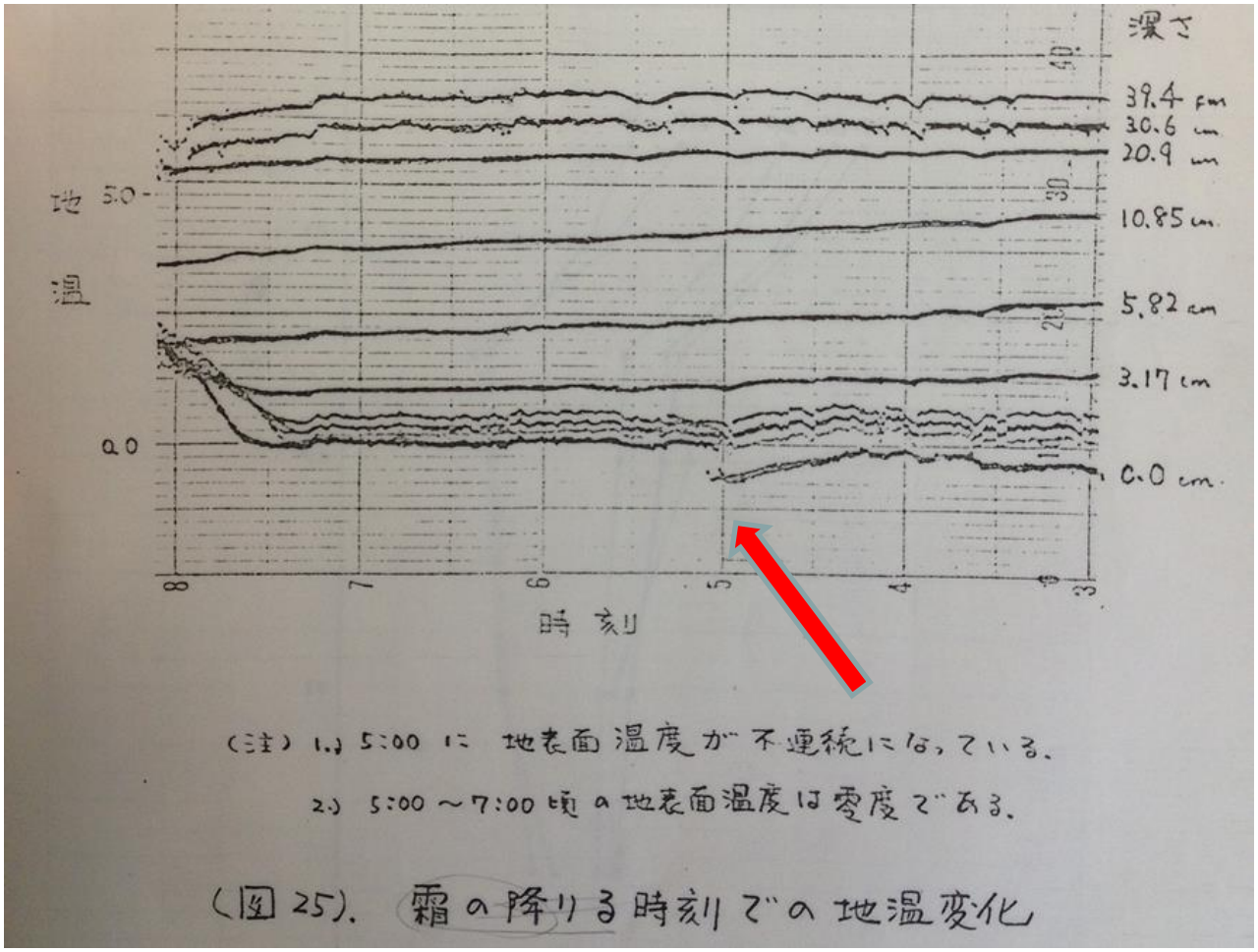
溝口勝

東京大学
大学院農学生命科学研究科

観測装置の現場設置史（溝口）

- 熱電対による地温測定　（1981）
  - 打点式記録計
- シベリアの土壌水分・地温・気象観測　（1997）
  - データロガー＆手動回収
- 携帯電話による土壌水分・地温観測　（2001）
  - 研究室からの手動回収
- フィールドサーバによる土壌水分・地温観測　（2005）
  - 画像・エージェント回収
- フィールドサーバによる海外農地モニタリング　（2006）
  - 衛星インターネット、ADSL
- フィールドルータによる農地モニタリング　（2009）
  - GSM/3G回線

過冷却が破れる瞬間！



1981年12月24日5:00
東京大学農学部弥生
キャンパス内実験圃場

After p. 60, Bachelor thesis of Prof. Mizoguchi
“Analytical study on thermal diffusivity of field soil” (1982) written in Japanese

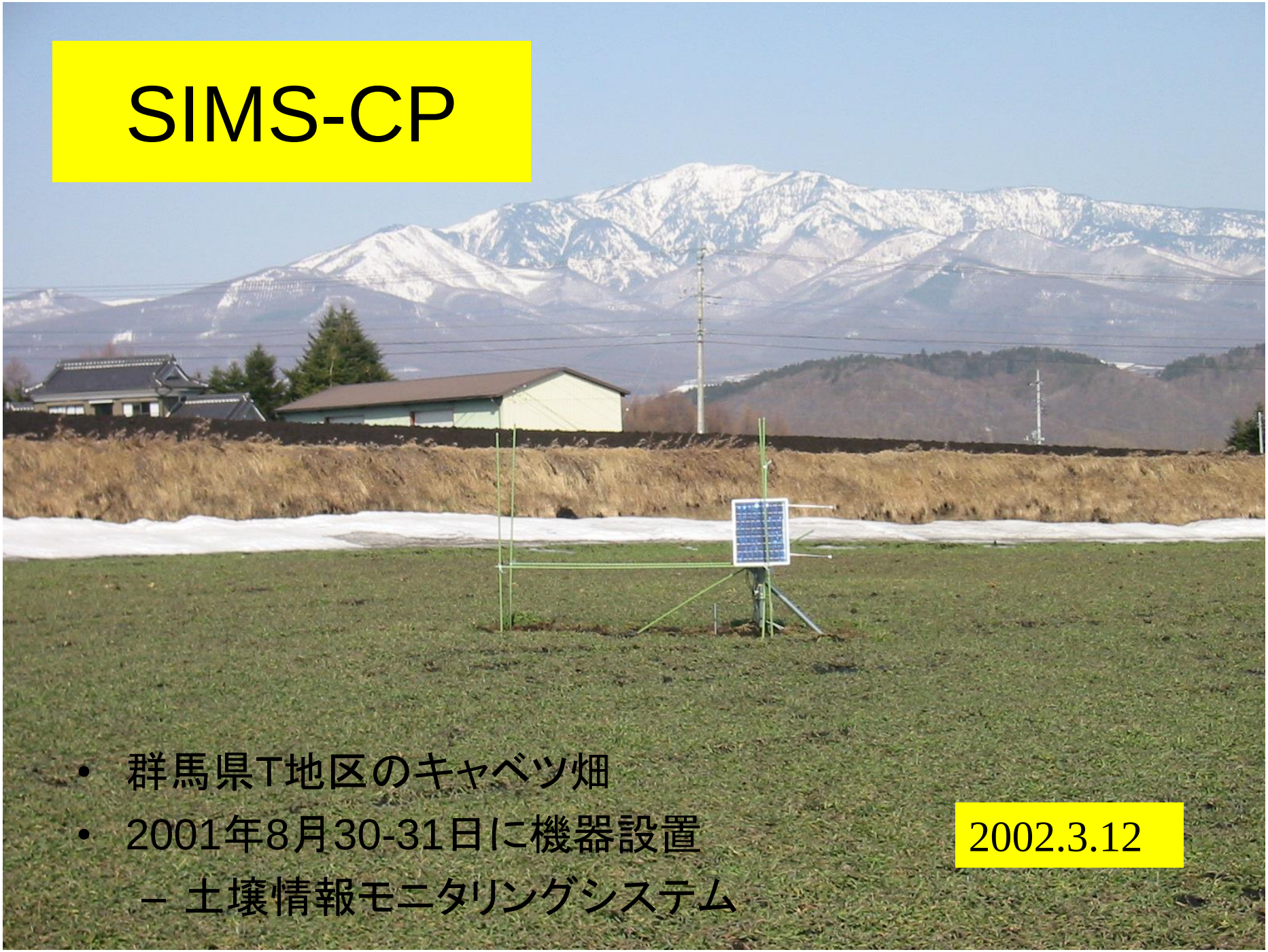
GAME-Siberia, Tundra (97-98)

めざせ，地べたモニタリング

画像も含めての農地情報をリアルタイムモニタリング

嬬恋キャベツ畑の収穫　（2003.8.28　溝口）

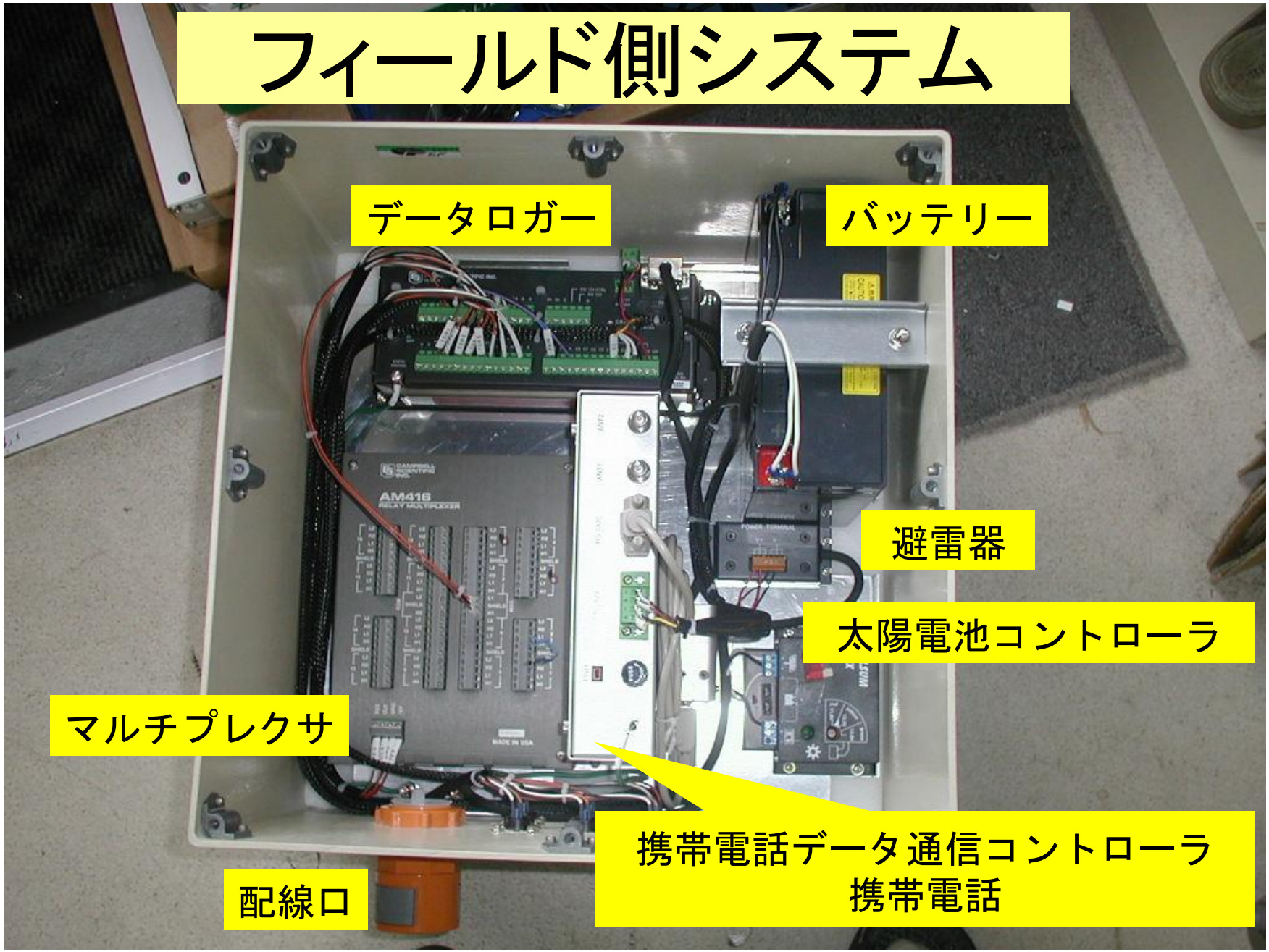
SIMS-CP



- 群馬県T地区のキャベツ畑
- 2001年8月30-31日に機器設置
  - 土壌情報モニタリングシステム

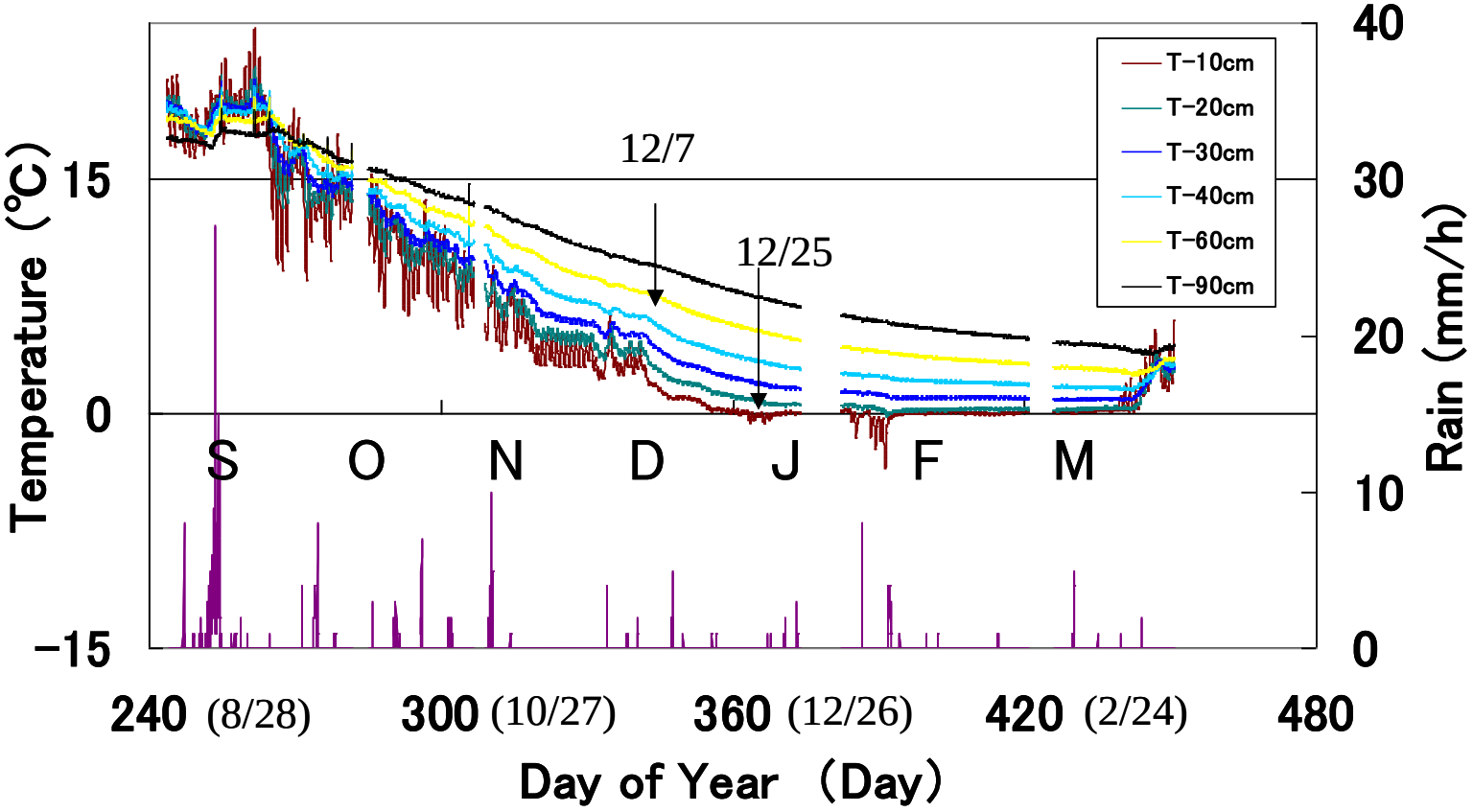
2002.3.12

フィールド側システム

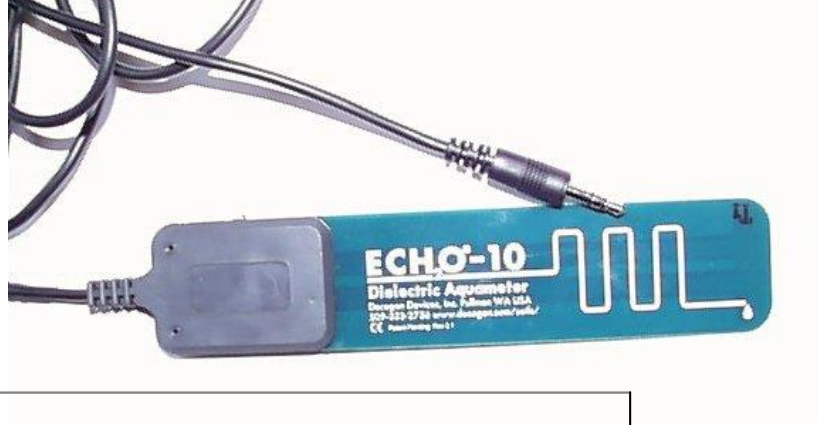

データロガー
バッテリー
避雷器
太陽電池コントローラ
マルチプレクサ
携帯電話データ通信コントローラ
携帯電話
配線口
AM416
RELAY MULTIPLEXER

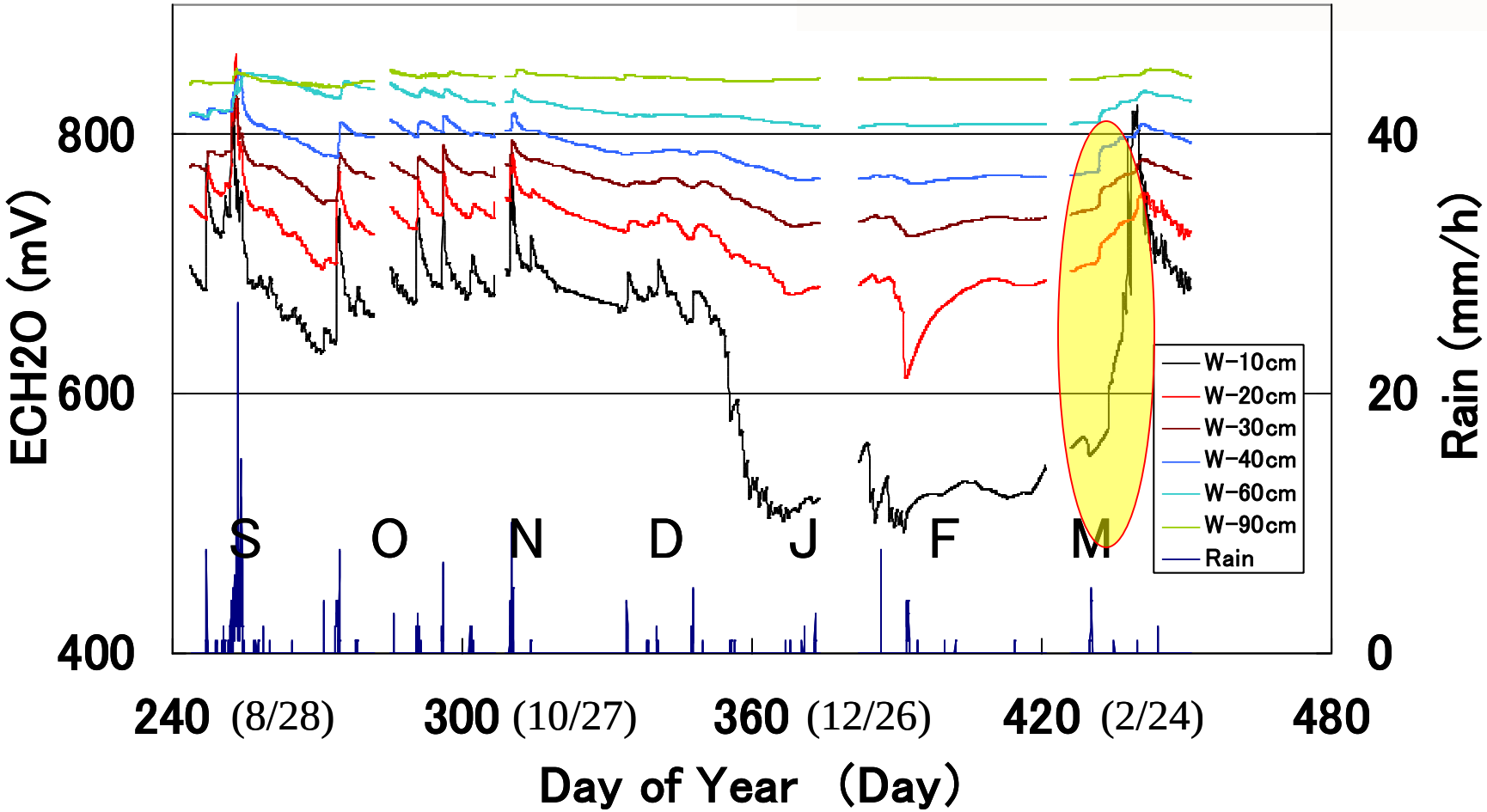
地温の変化

- 表層： 12月7日までは大きく日変動しながら低下。その日を境に変動なし
  - 積雪／土壌が表面から凍結し始めた
- 10cm深さの地温は12月25日に0℃　　3月上旬までほぼ0℃ （凍結期）



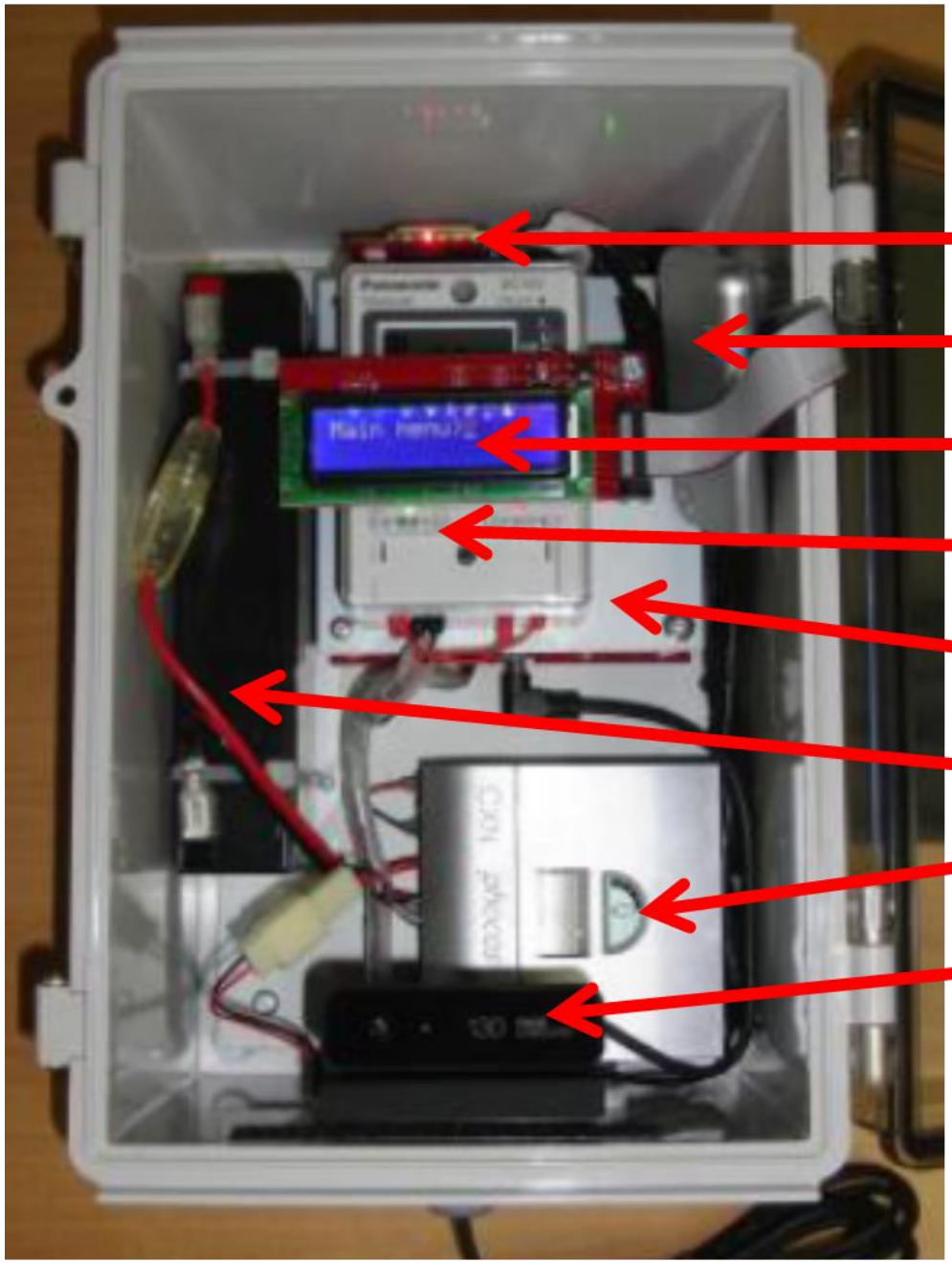
土壌水分量と降雨量の変化





フィールドモニタリングシステム
Field Monitoring System (FMS)

- 農地におけるモニタリング
  - 気象（気温，降水量，日射量，風速，など）
  - 土壌（水分，温度，養分）
  - 作物（成長量，色）
  - 環境（放射線量？）
- 農地は都会にあるのではない！
  - 電源なし，WiFiなし
- 農地では有線を使わないのが望ましい
  - 草刈り鎌やトラクタによる切断
  - 動物による切断

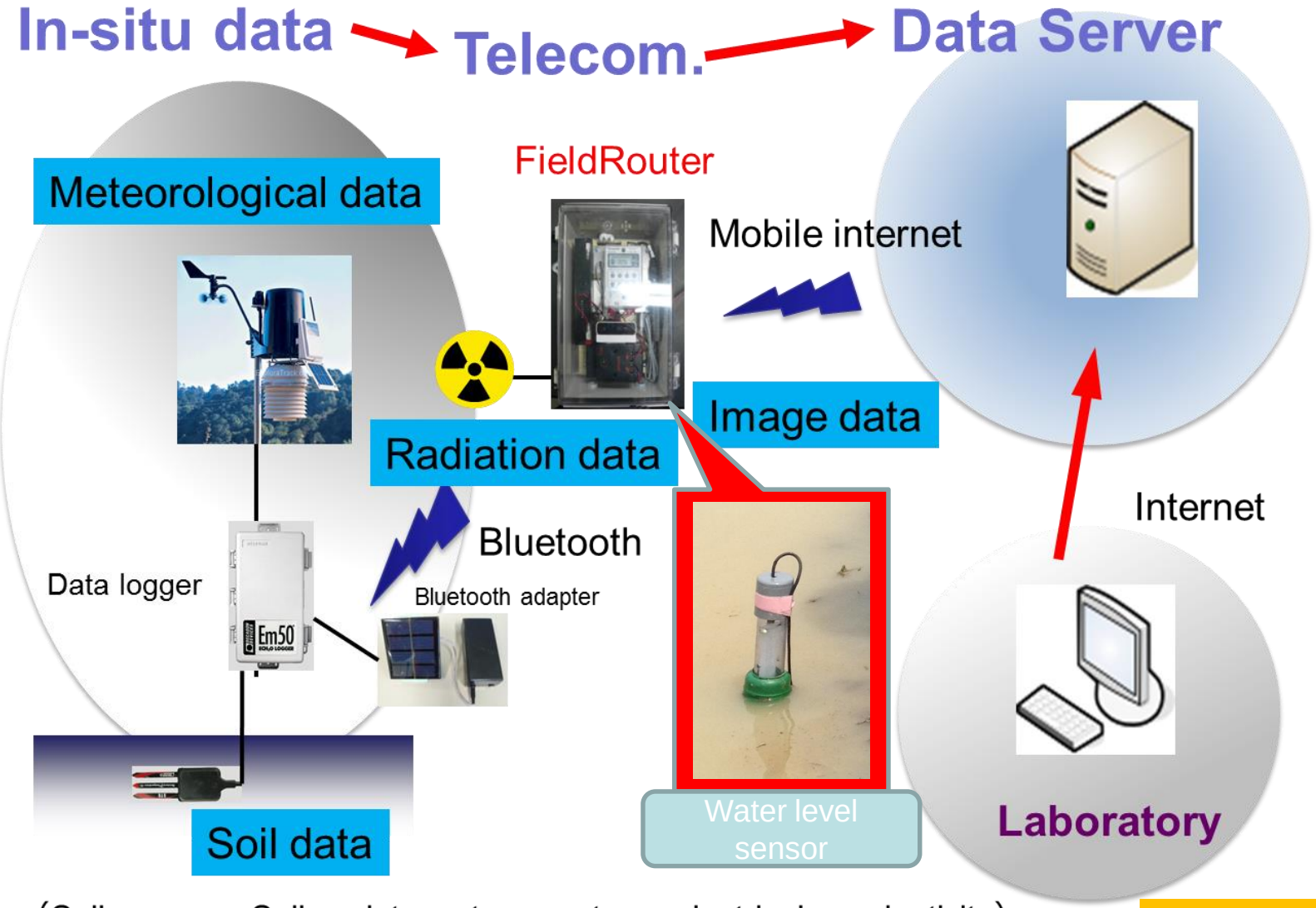


FieldRouter

- Status lamp
- USB modem
- Status display
- Timer
- Micro-PC
- Battery
- Charge controller
- Web camera

(38 cm x 25 cm x 10 cm)

Field Monitoring System (FMS)

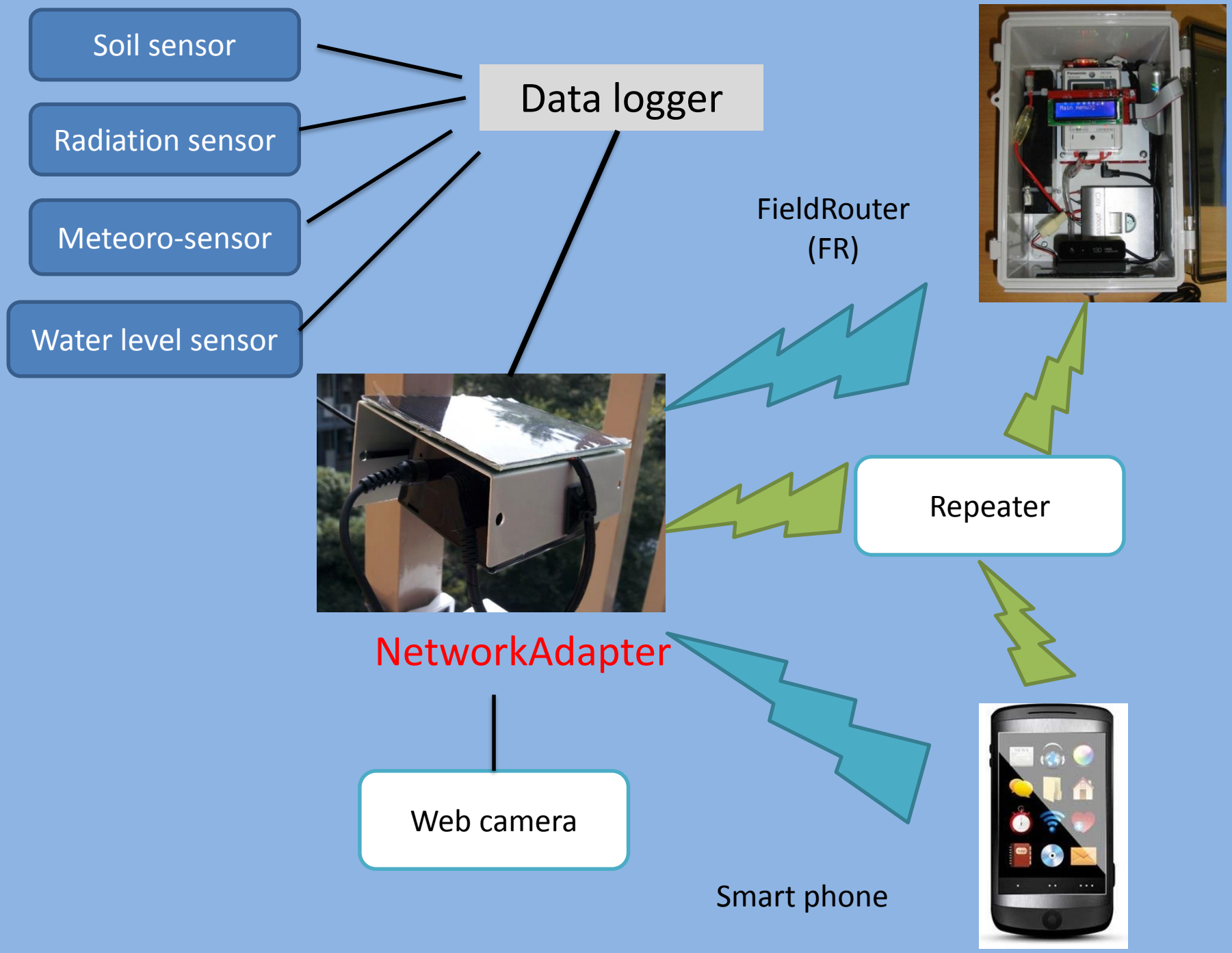


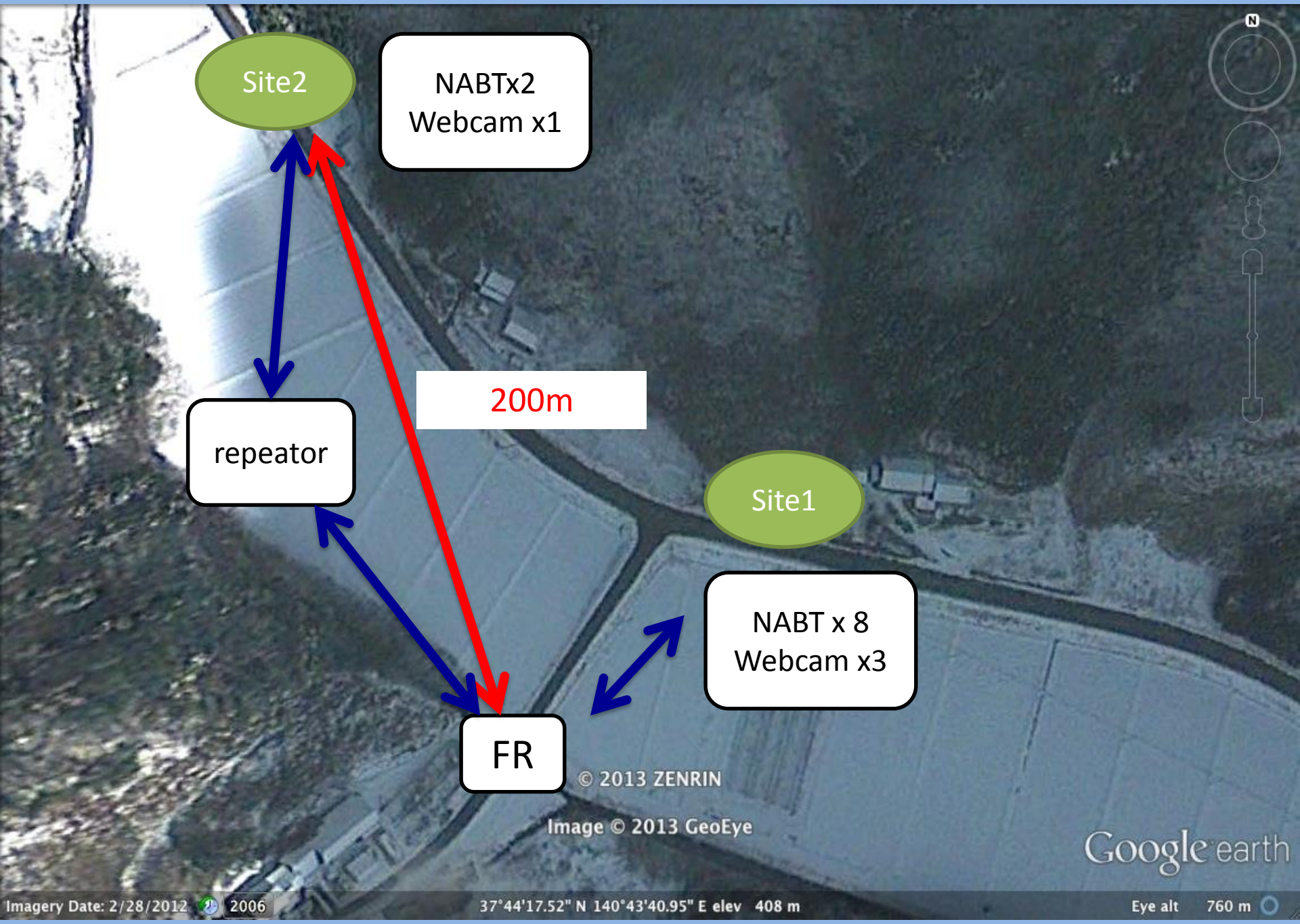
(Soil sensor : Soil moisture, temperature, electrical conductivity)

(C)Mizo lab

ネットワークアダプタBluetooth (NABT)

- NABTは、シリアル通信ポートを持つデータロガーにBluetooth通信機能を付加する機器
- 2 W程度の太陽パネルで稼動
- シリアル接続可能な全てのデータロガーやWebカメラに対応
- 最近普及しているAndroid携帯アプリからデータを取得することも可能
- フィールドでは中継器（repeater）を用いることで数百mまで接続距離を延長可能


Soil sensor
Radiation sensor
Meteoro-sensor
Water level sensor
Data logger
FieldRouter
(FR)
Repeater
NetworkAdapter
Web camera
Smart phone

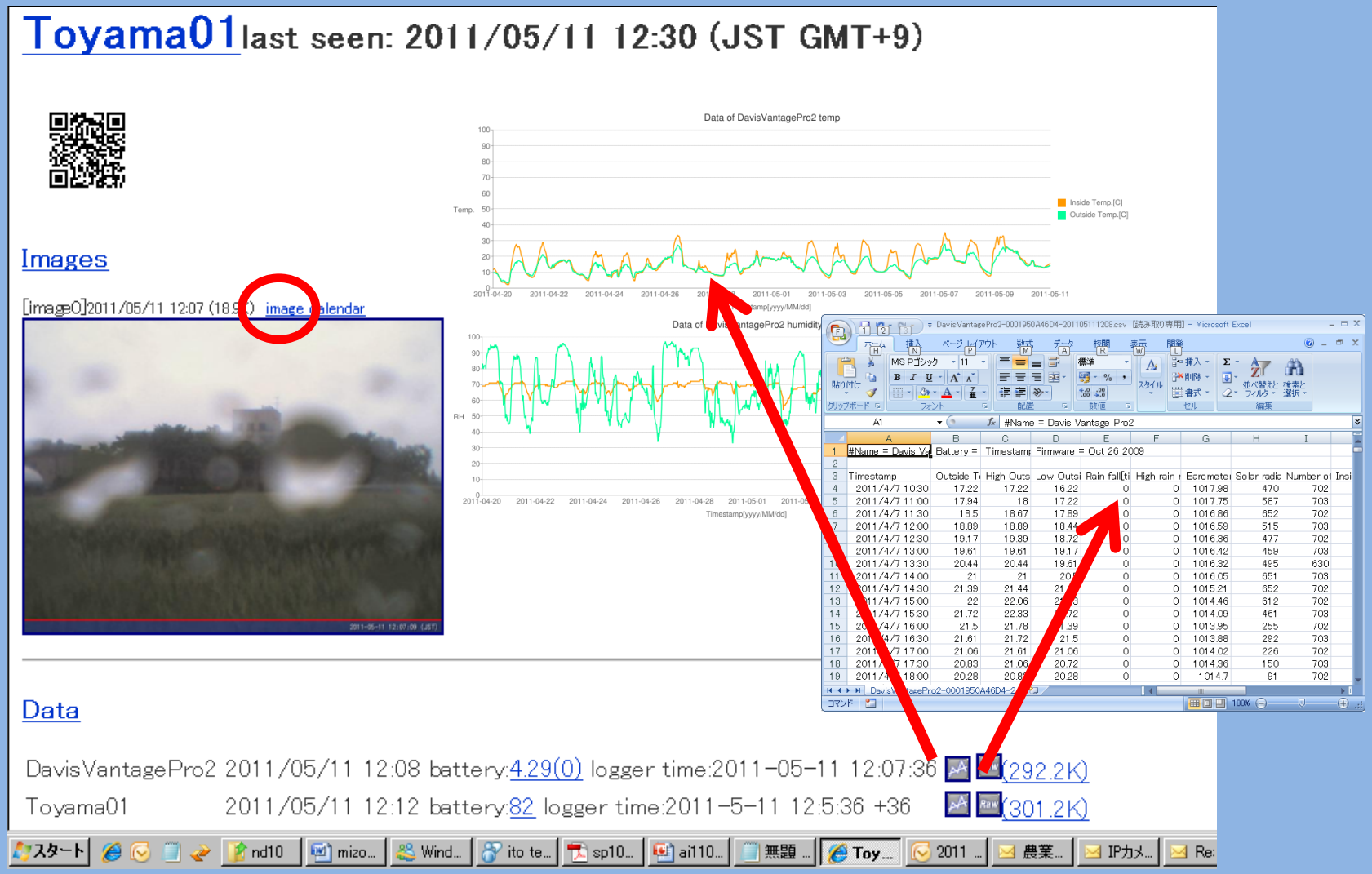

Site2
NABTx2
Webcam x1
200m
repeator
Site1
NABT x 8
Webcam x3
FR
© 2013 ZENRIN
Image © 2013 GeoEye
Google earth
Imagery Date: 2/28/2012
2006
37°44'17.52" N 140°43'40.95" E elev 408 m
Eye alt 760 m

データサーバ(DS)

- FRで転送された現場データはデータサーバ(DS)に保存される

- ユーザはWebのポータルサイトからDSにアクセスするだけで、遠隔地のデータにアクセスでき、FRやデータロガーの電池の消耗具合などを確認できる

View of individual site

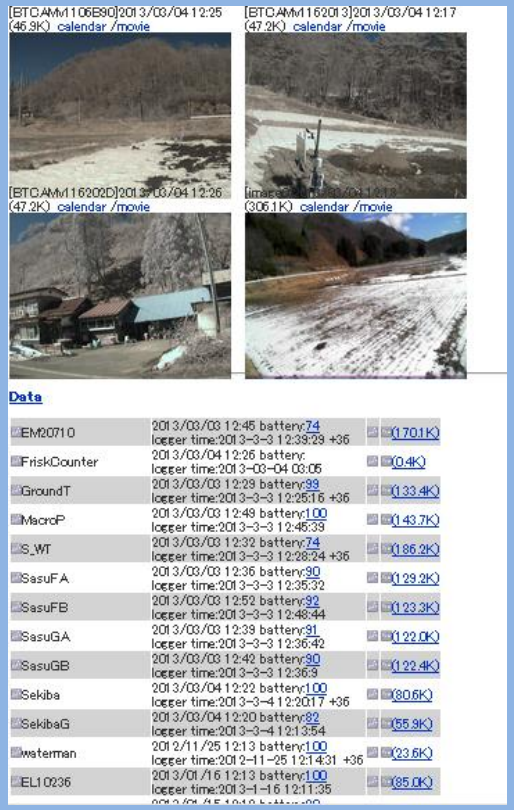


- Weather and soil data can be downloaded in CSV format
  - The data can be processed freely using EXCEL

Calendar view function

Data

EM20710	2013/03/03 12:45 battery:74 logger time:2013-3-3 12:39:29 +36		(170.1K)
FriskCounter	2013/03/04 12:26 battery: logger time:2013-03-04 03:05		(0.4K)
GroundT	2013/03/03 12:29 battery:99 logger time:2013-3-3 12:25:16 +36		(133.4K)
MacroP	2013/03/03 12:49 battery:100 logger time:2013-3-3 12:45:39		(143.7K)
S_WT	2013/03/03 12:32 battery:74		(186.2K)



Paddy field in Iitate, Fukushima Japan (2013.3.4)

愛知用水土地改良区（半田地区）

2014.5.3

サービスサイト（半田地区）

HandaMet.kmz

水田モニタリング

定点画像カレンダー

Images

[image0]2014/07/03 08:19 (156.2K) calendar

定点カメラ(毎日8:00)

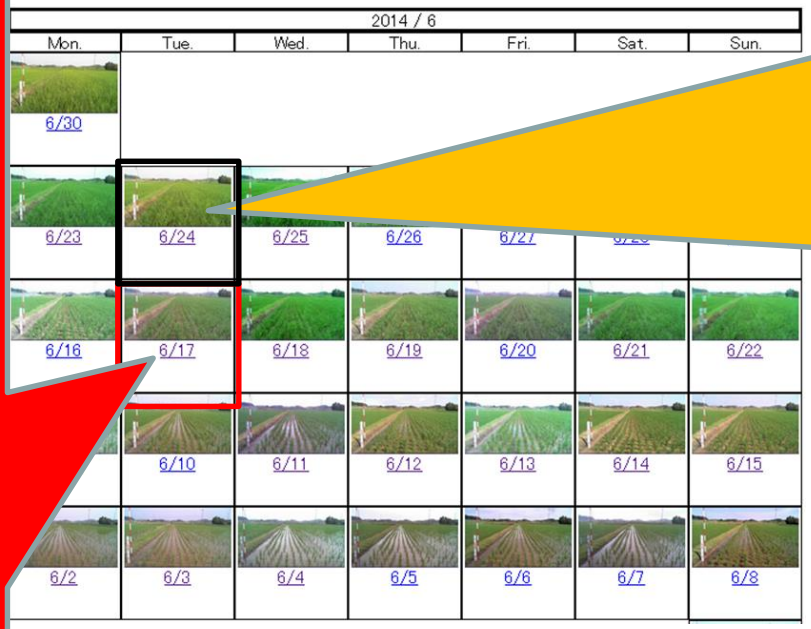
Data

HandaMet	logger time:2014-7-3 8:12:20
HandaW1	2014/07/03 08:15 battery:59 logger time:2014-7-3 8:14:52
HandaW2	2014/07/03 08:14 battery:100 logger time:2014-7-3 8:13:49

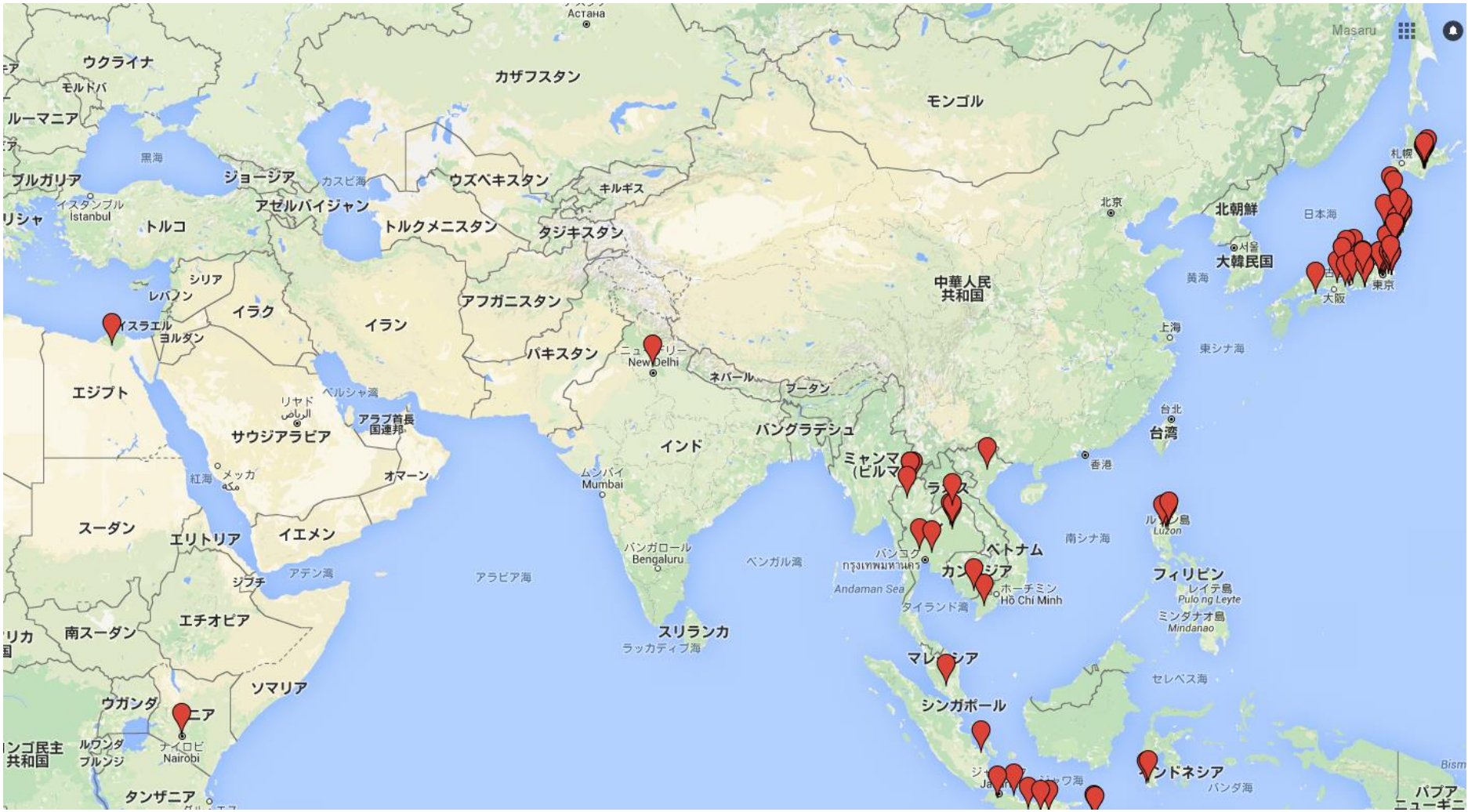
センサーデータ(1時間ごと)
気温・湿度・降水z量・日射量・風向風速・水位

水田湛水深（水位）の変化

20
15
cm
10
5
0
中干し
2014/05/19 16:00
05/25
05/30
06/03
06/07
06/11
06/16
06/20
06/25
06/29
2014/07/03


2014 / 6
Mon.
Tue.
Wed.
Thu.
Fri.
Sat.
Sun.
6/30
6/23
6/24
6/25
6/26
6/16
6/17
6/18
6/19
6/20
6/21
6/22
6/10
6/11
6/12
6/13
6/14
6/15
6/2
6/3
6/4
6/5
6/6
6/7
6/8

世界の農地をモニタリング



デモ

安全な輸入農産物に関する情報利用実験

（2008）

生産者と消費者がデータを共有

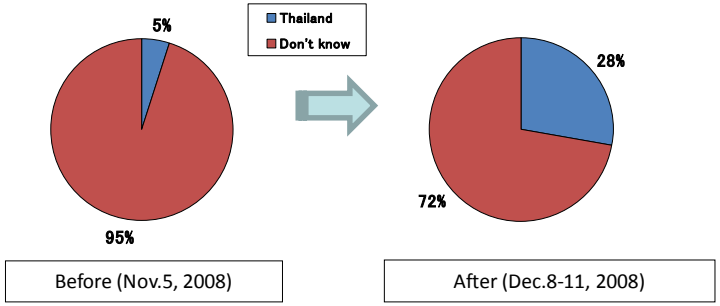
モニタリングセンサー
（タイほうれん草畑）

情報発見・統合ツール
（喜連川研）

ディスプレイ
（東大農学部食堂）

東大生協食堂の
ほうれん草は
100%タイ産

コンテンツの制作と実証実験（溝口研）



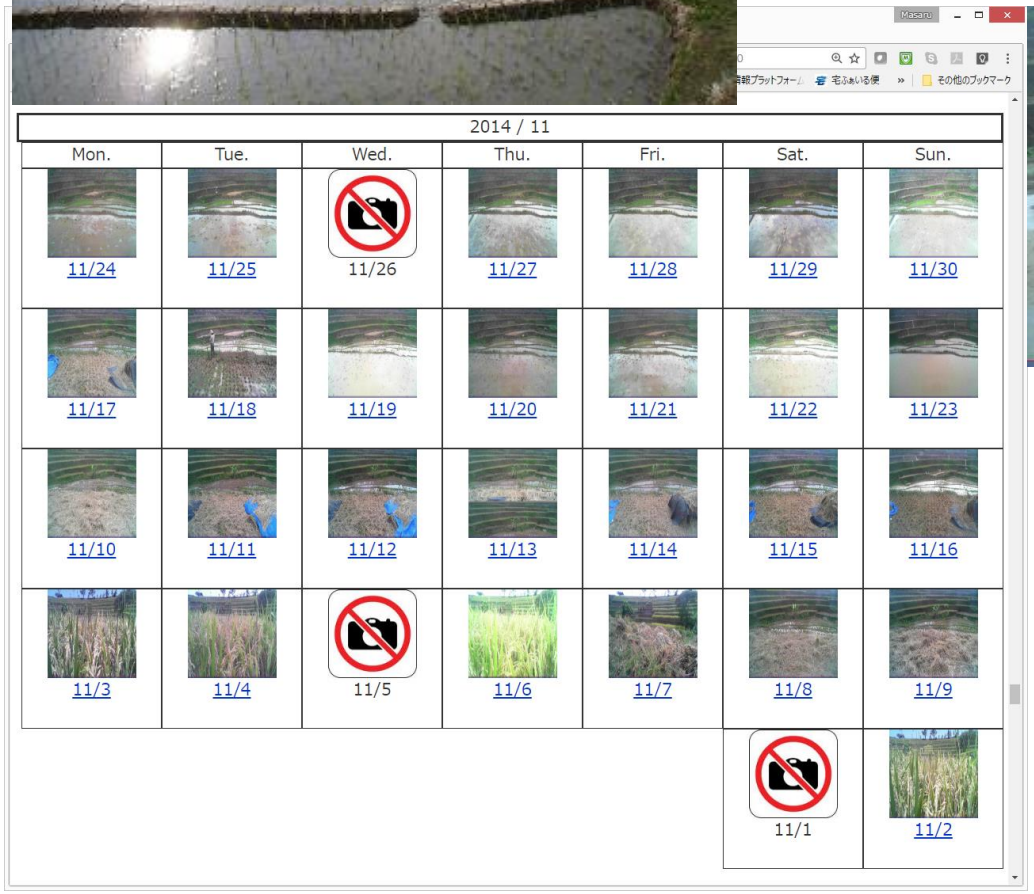
利用者の認知度が向上

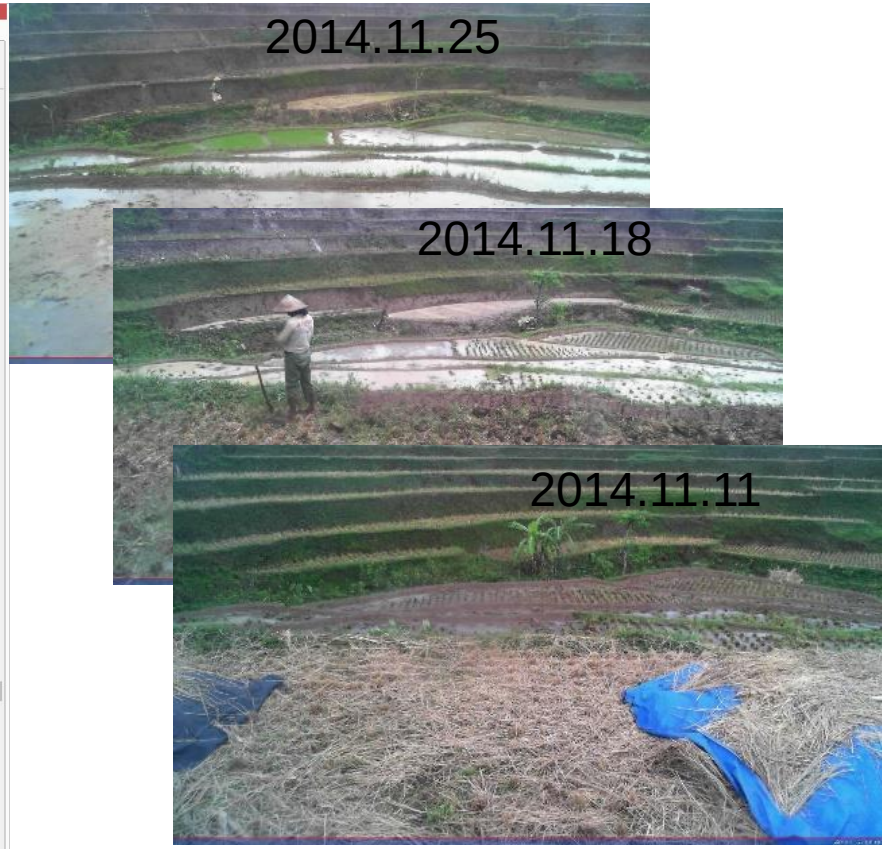
Food communication

タイのホウレンソウ栽培現場モニタリング　(2008)

設置：2007年12月20日

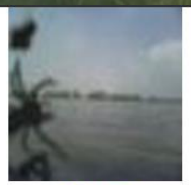
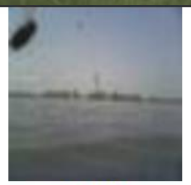
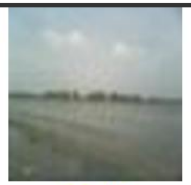
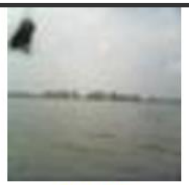
インドネシアの棚田モニタリング(2014)





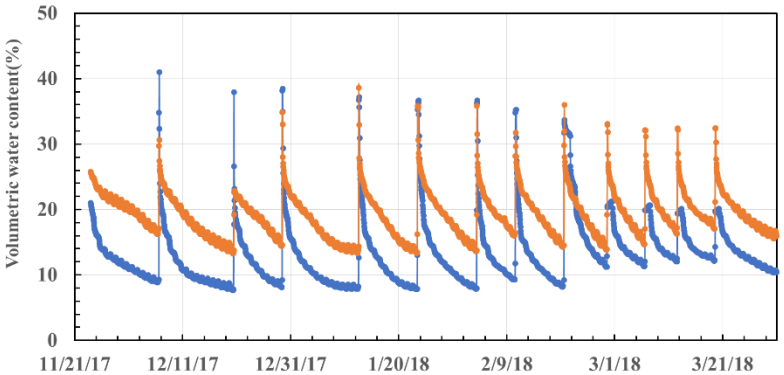
http://data01.x-ability.jp/FieldRouter/vbox0121/

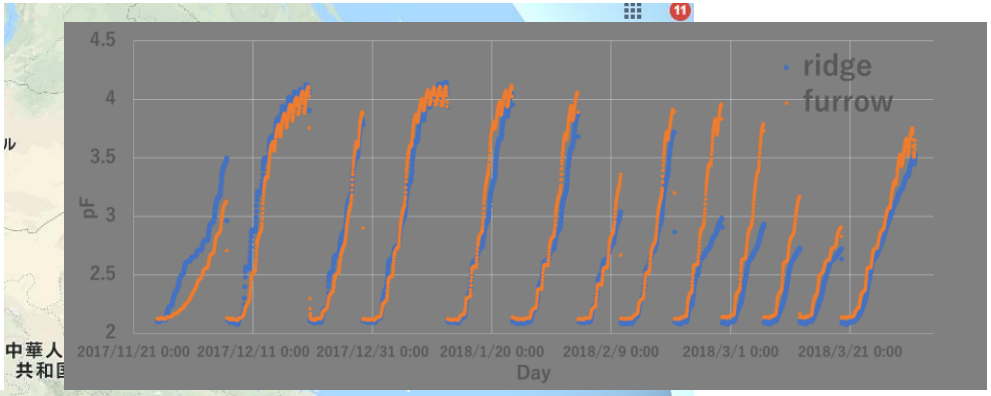
タイの洪水モニタリング(2011)

 11/7	 11/8	11/9	11/10			
	11/1	11/2	11/3	11/4	 11/5	 11/6

http://data01.x-ability.jp/FieldRouter/vbox0039/

インドの農作物・畝間灌漑モニタリング (2018)





土壌センサーは首のところが劣化しやすい

○ 基盤部分が小動物（？）に食われる
（@タイ設置センサー）

→ 誤作動を引き起こしたり故障の原因，計測が途中で止まるのは困る

土壌センサーの耐久性を高める

・フィールド測定中に起きる事故
　ケーブルの断線，センサーの破損，盗難，火災…..

放牧中の牛に囓られたケーブル

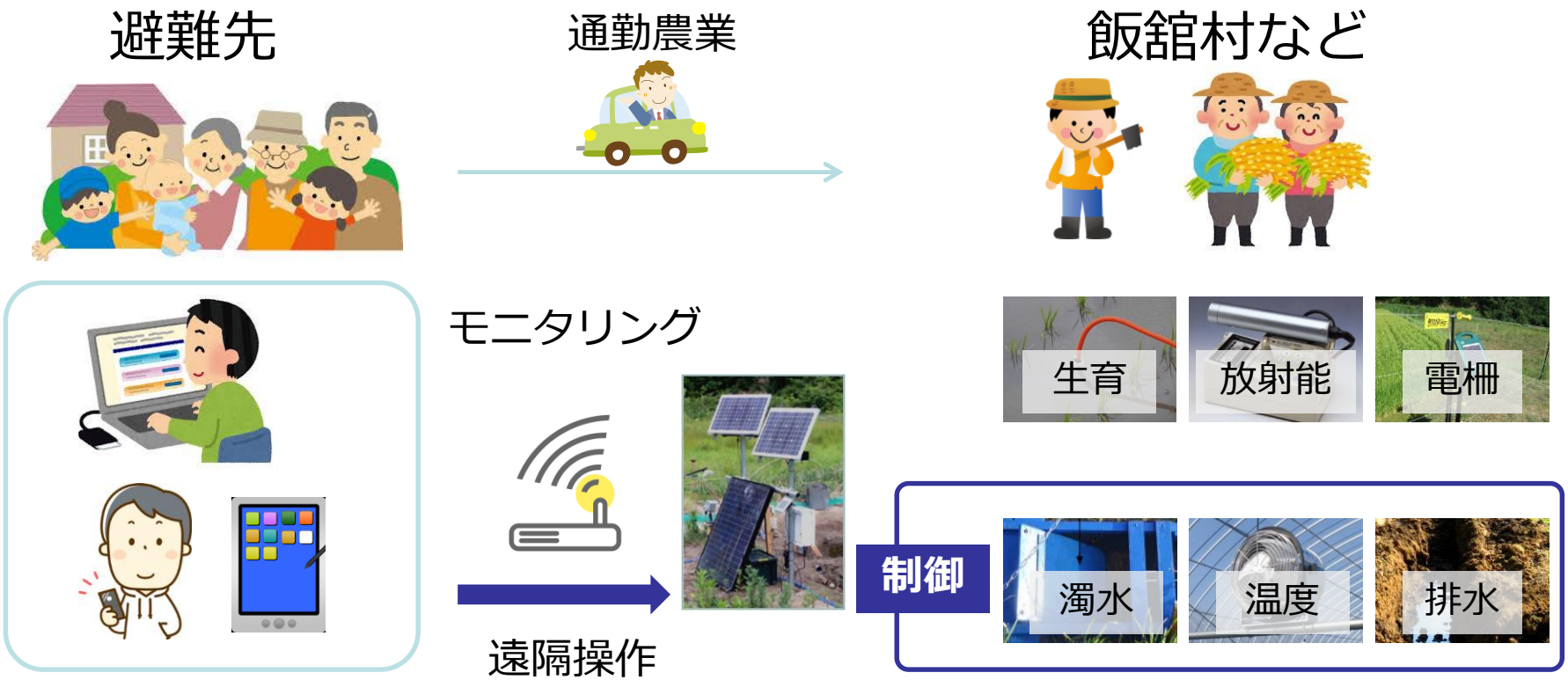
FS内に作られた虫の巣

平成30年度地域復興実用化開発等促進事業

安全な農畜産物生産を支援する ICT営農管理システムの開発

東京大学大学院農学生命科学研究科

安全な農畜産物生産を支援するICT営農管理システムの開発



1．農地で動くタフなデバイスと
2．農家が望むシステムを
3．安く提供する

フィールドの通信インフラ

フィールドWiFiリピータ

電源がない
無線がない

太陽光パネル
フィールドWiFi

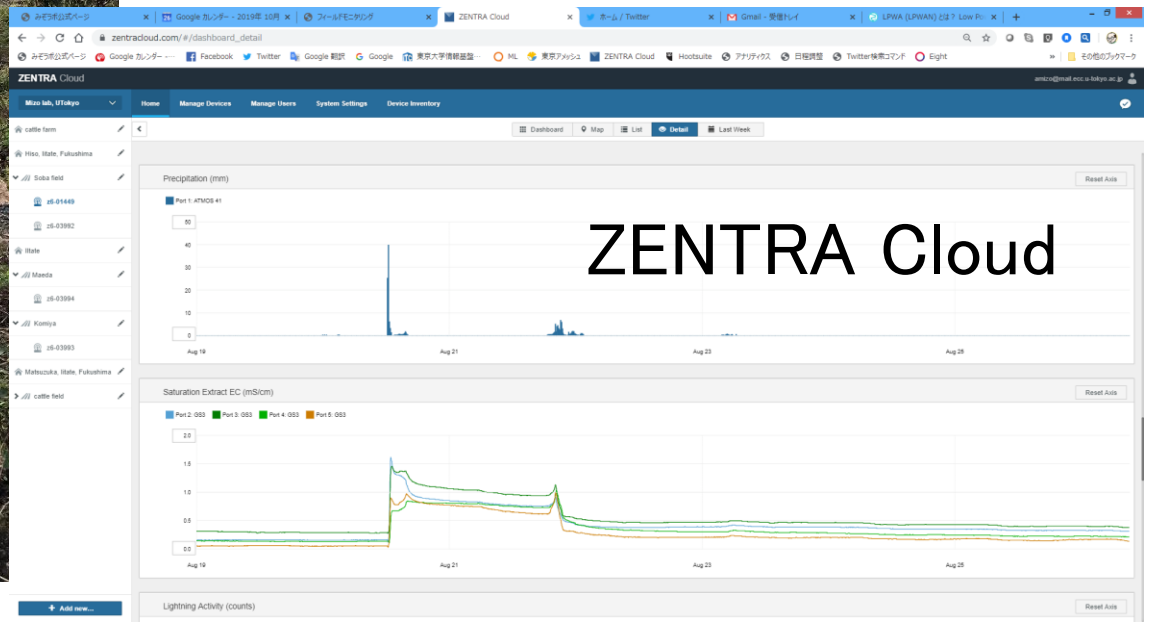
HALKA+気象計

HALKA（遥）デバイス

システムのターニングポイント

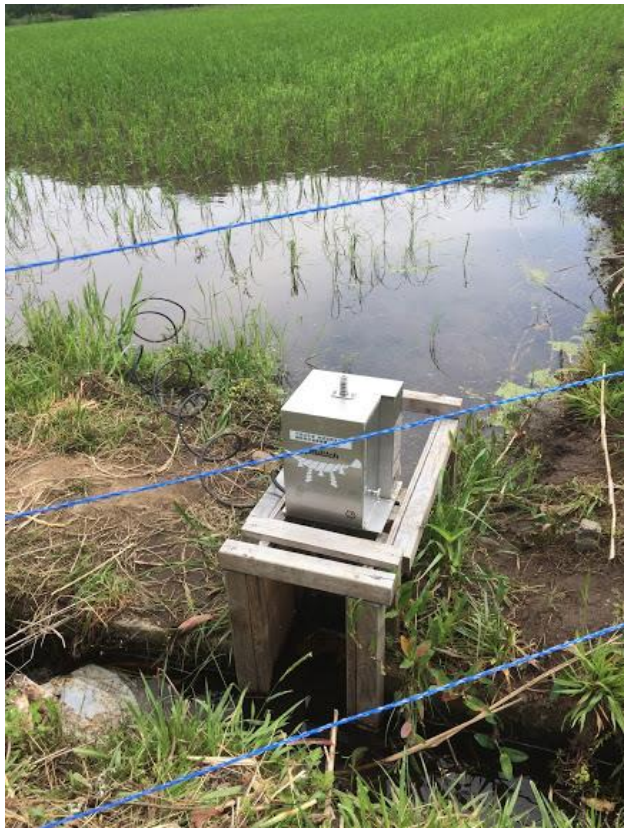
METER system
(SIM-No Photo)

XASN system
(SIM/WiFi+Photo)



農業用水の遠隔操作(2018)

- https://paditch.com/product/paditch-gate



1. 水門設置

2. WiFiカメラ

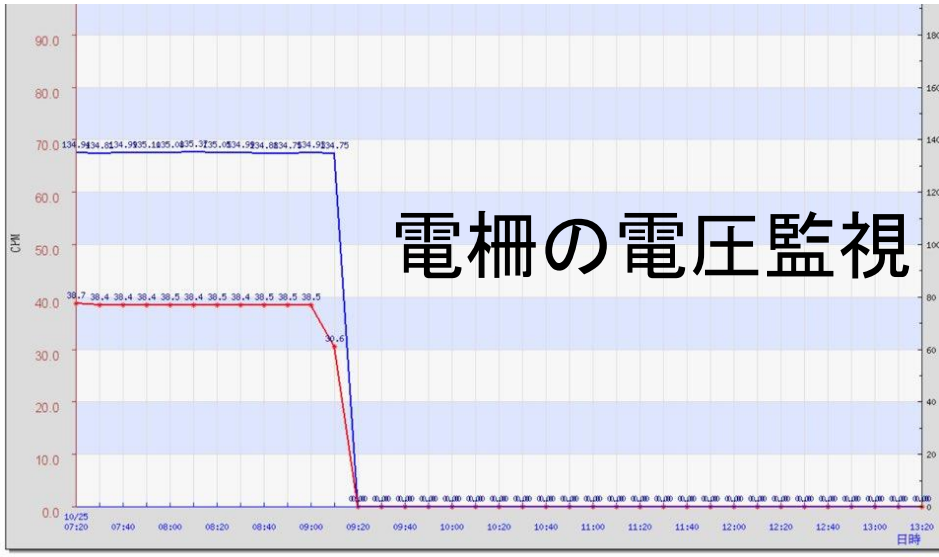
3. 水門操作

フィールドカメラによる稲刈りモニタリング

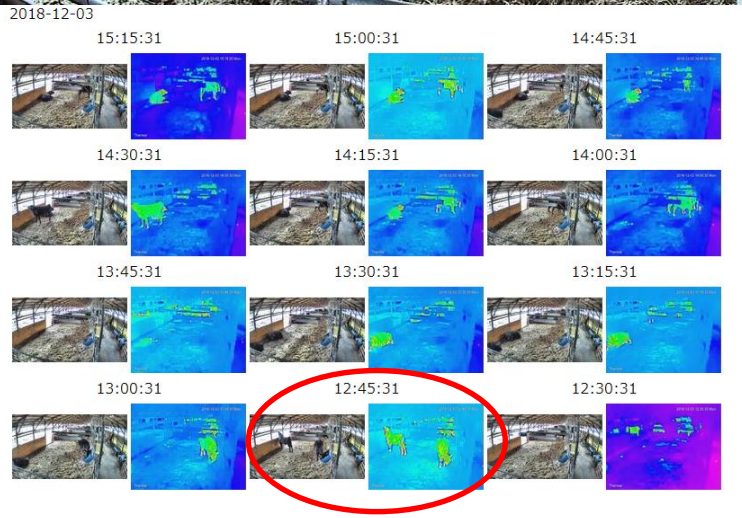
2018/10/22

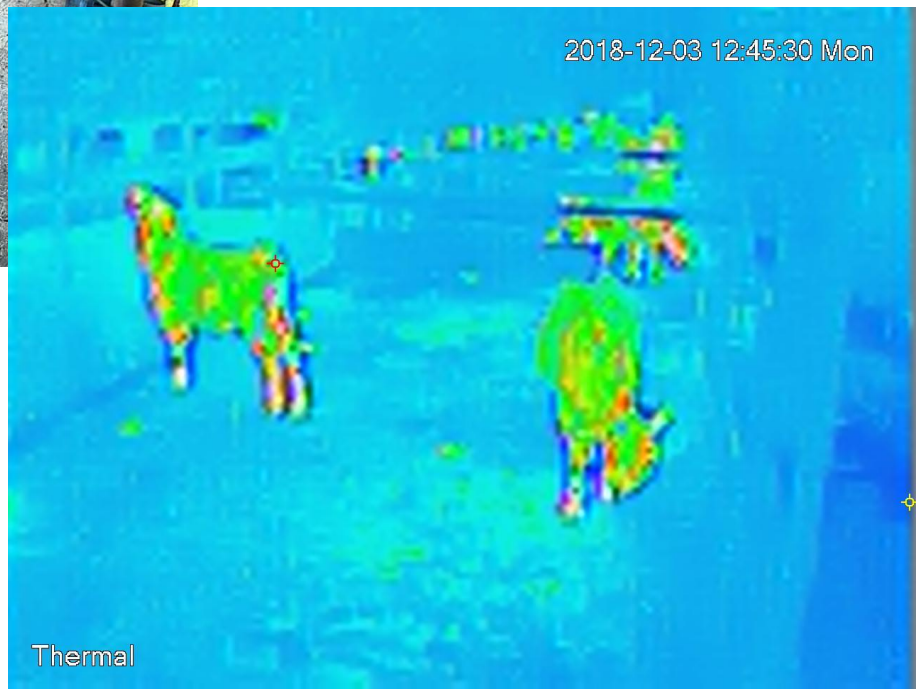
2018/10/25

純米酒「不死鳥の如く」



和牛（飯舘牛）モニタリング





ICT・IoTで農業・農村はこう変わる！(2017)
2050農村超スマート社会

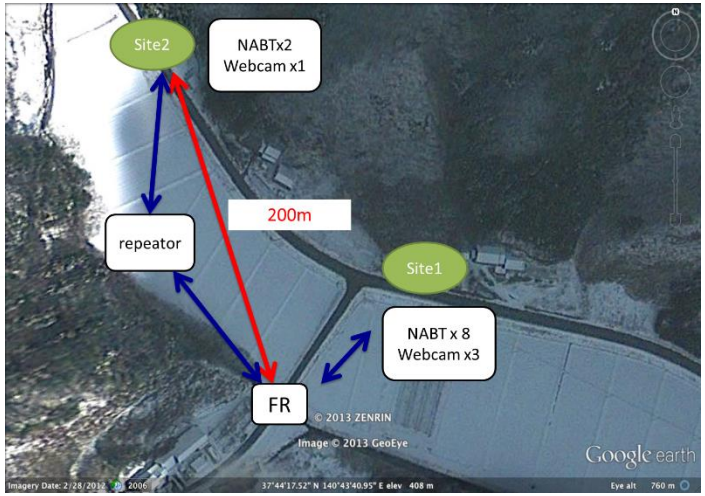
- 海外現地生産方式
  - トヨタの農業版
  - 農業生産、適地適作
  - リンゴ、イチゴ
  - 地球観測データ
  - ロボット
- 都市
  - 交流の場、出会いの場
- 地方
  - ゆとりの生活
  - 子育て、三世代家族
  - 産業の分散化
- 農村インフラ整備
  - 情報、交通
  - 次世代型SNS, IoT

農業ICT/IoTに必要な新たな技術

- ど･田舎における高速通信インフラ！
  - 災害対応
  - 鳥獣害対策
  - 癒しの機能
  - 地方の魅力発信
  - etc.
- 圃場レベルで簡単に利用できるネットワーク
- 圃場におけるセンサー設置のノウハウ

人口カバー率（総務省）→面積カバー率（農水省）

圃場レベルのネットワーク技術
（数値＋画像/動画）

- 検討中の先端技術
  - ローカル5G
  - LPWA（Low Power Wide Area）
  - BWA（Broadband Wireless Access）

- 既存の技術
  - WiFi
  - Bluetooth