

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

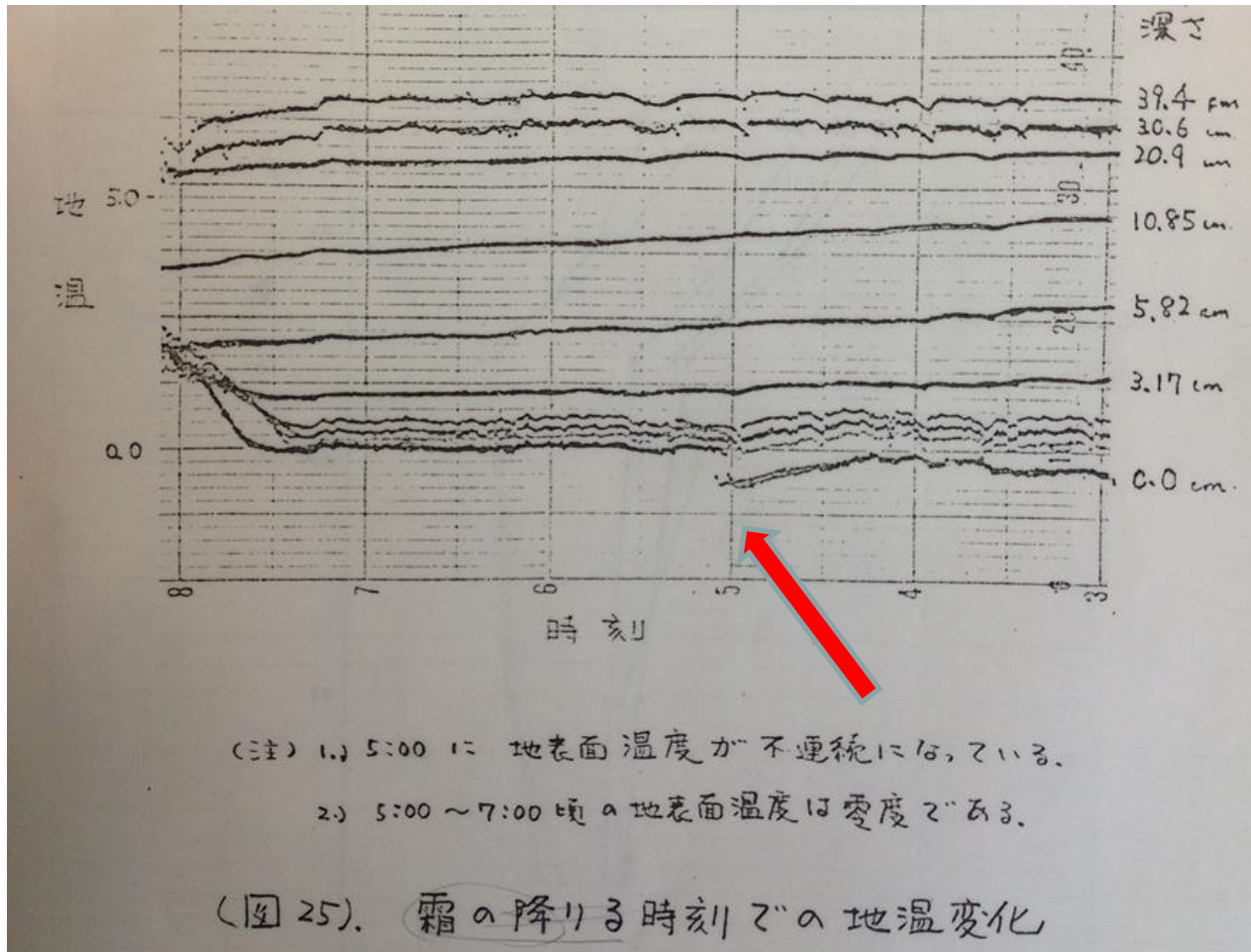
東京大学

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





# 孺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

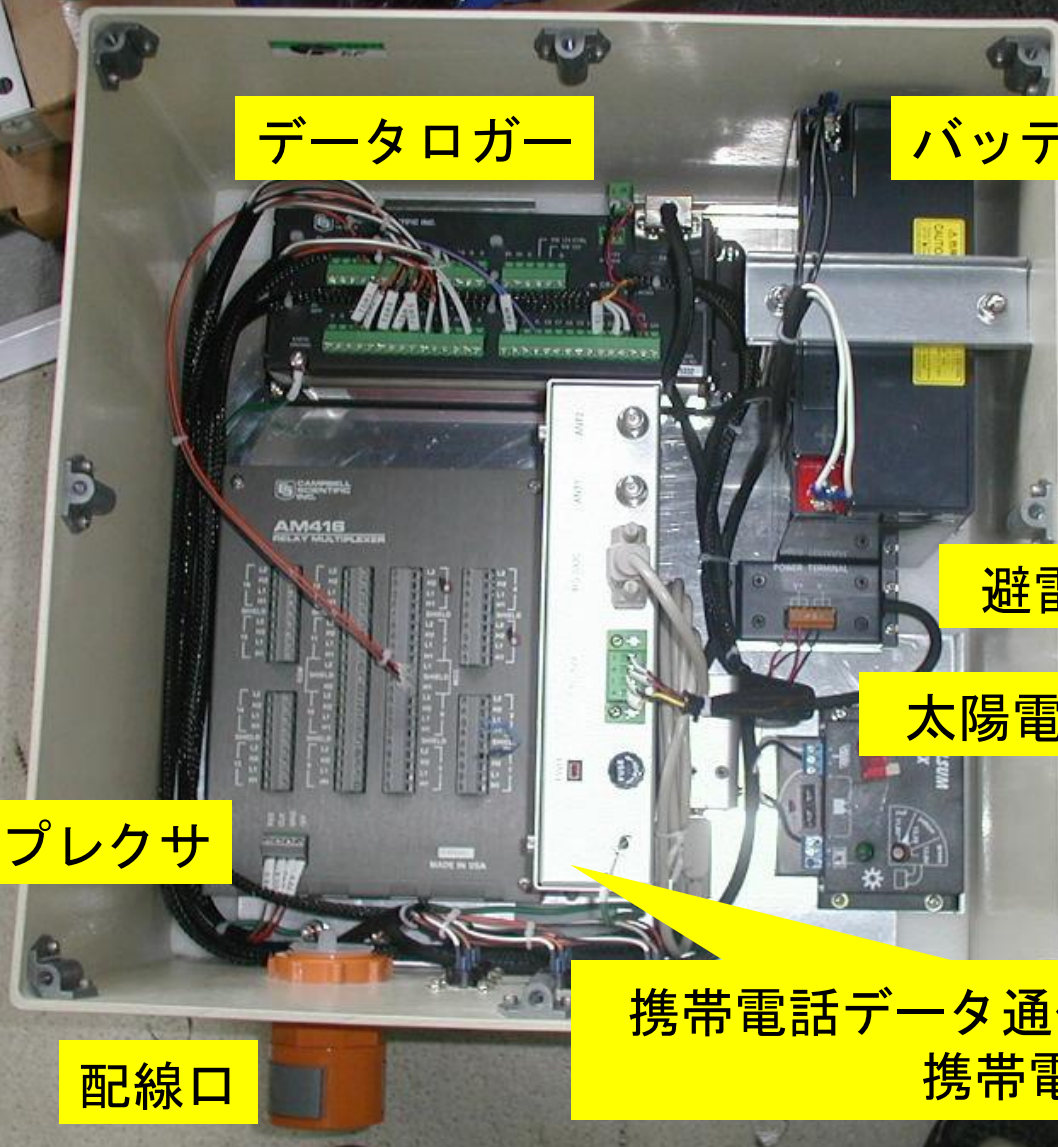
避雷器

太陽電池コントローラ

マルチプレクサ

配線口

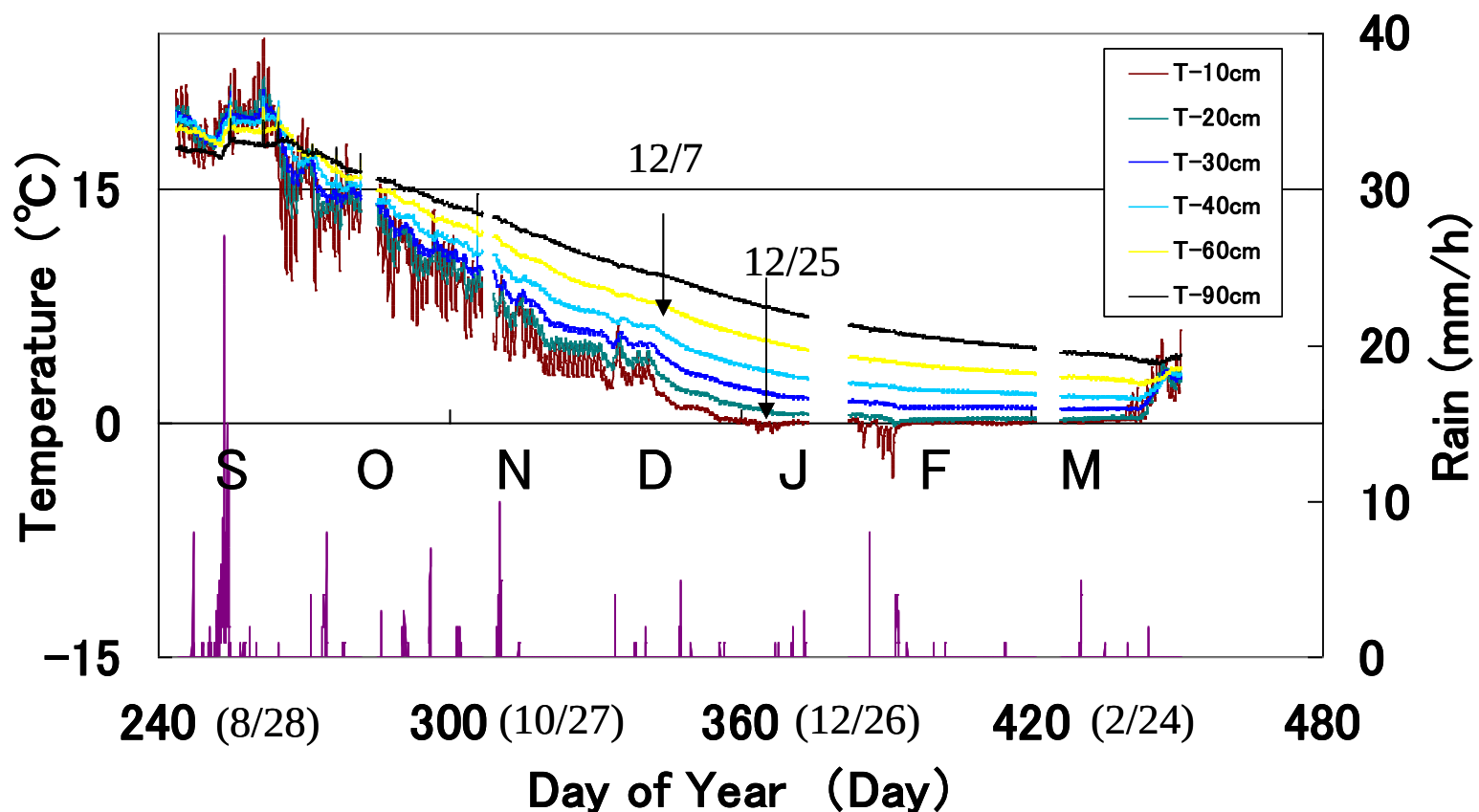
携帯電話データ通信コントローラ  
携帯電話



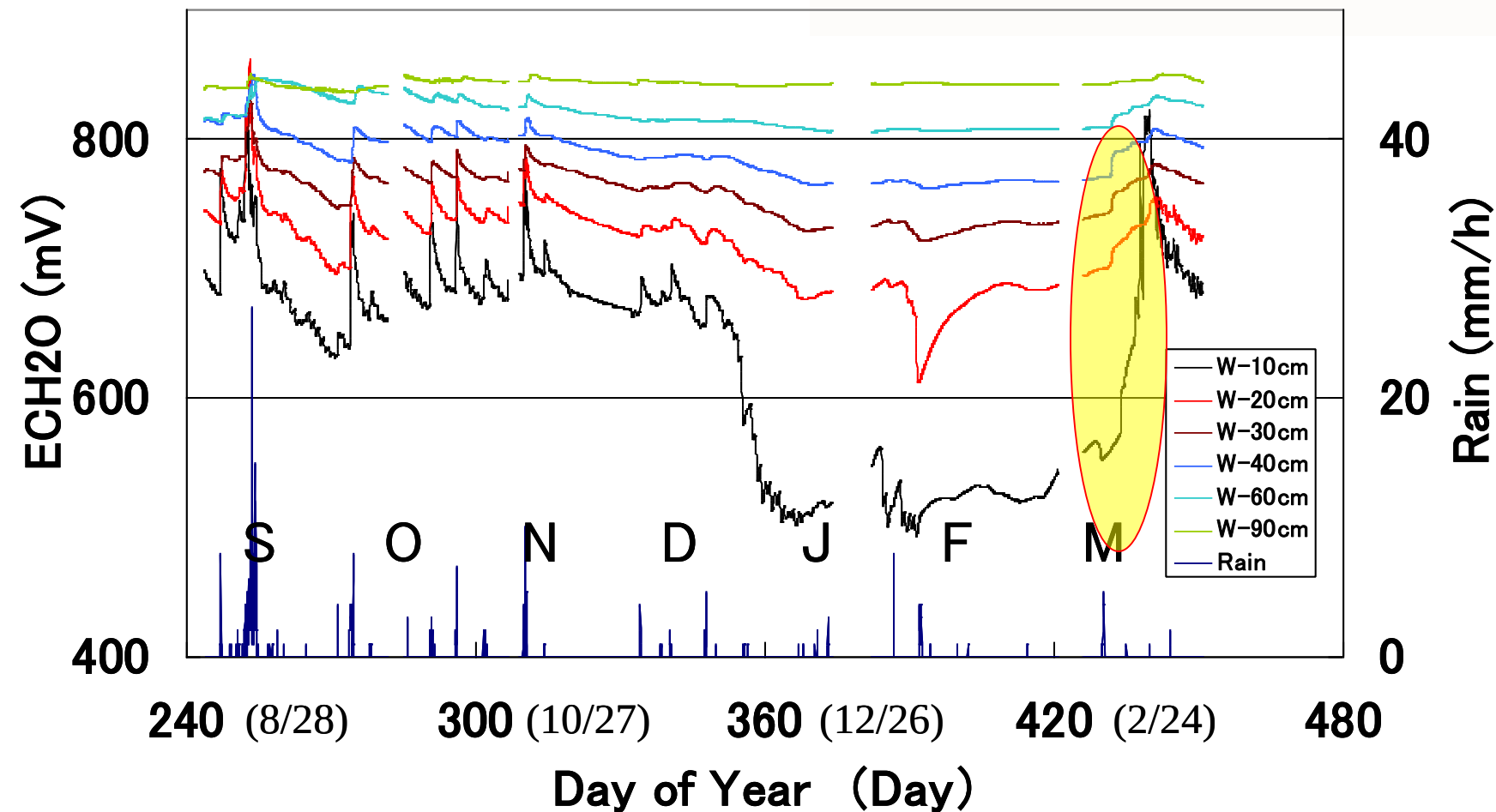


# 地温の変化

- 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／土壤が表面から凍結し始めた
- 10cm深さの地温は12月25日に0°C      3月上旬までほぼ0°C（凍結期）



# 土壌水分量と降雨量 の変化



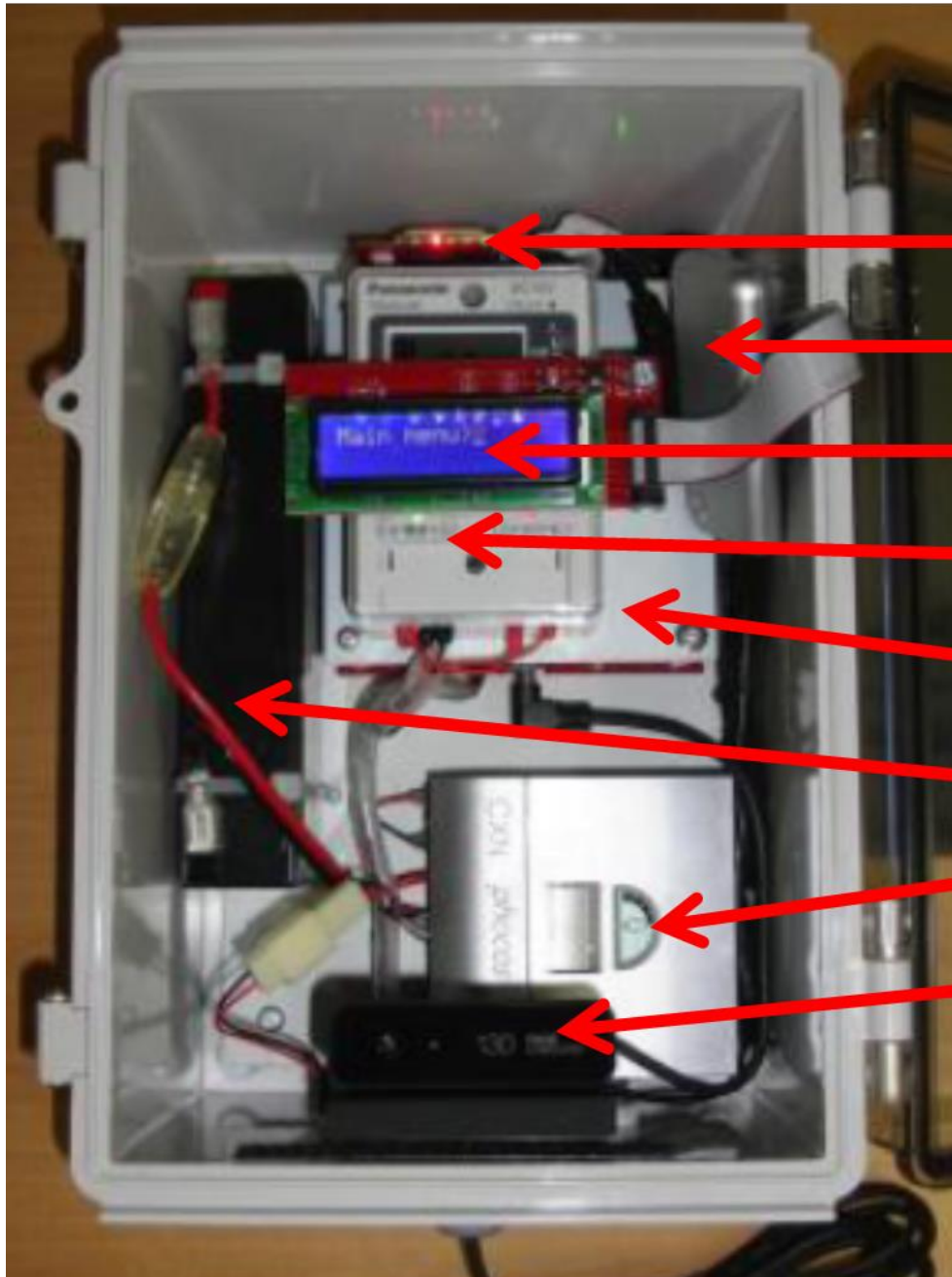


# フィールドモニタリングシステム Field Monitoring System (FMS)

- 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

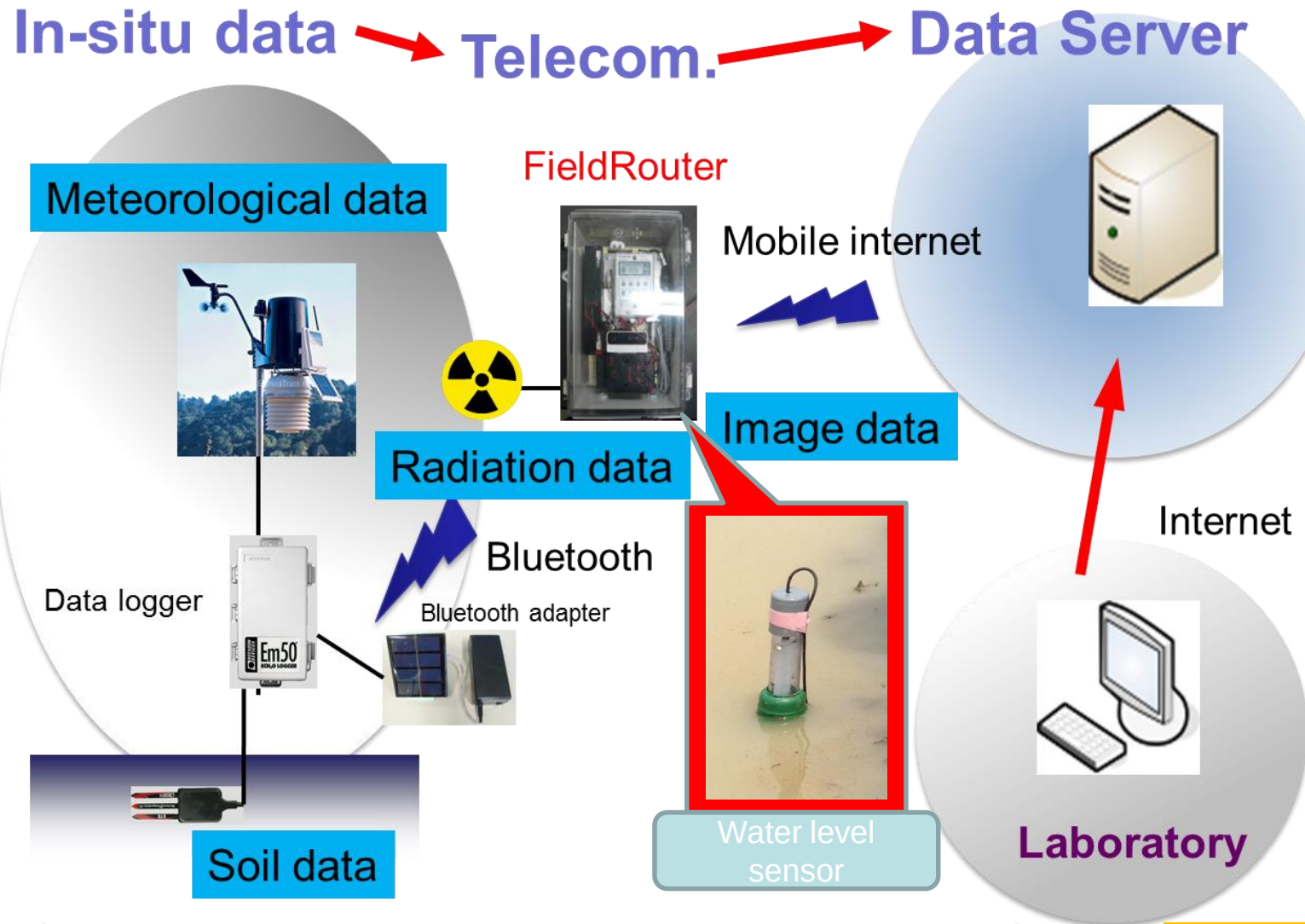


- Status lamp
- USB modem
- Status display
- Timer
- Micro-PC
- Battery
- Charge controller
- Web camera

(38 cm x 25 cm x 10 cm)



# Field Monitoring System (FMS)



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

# 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

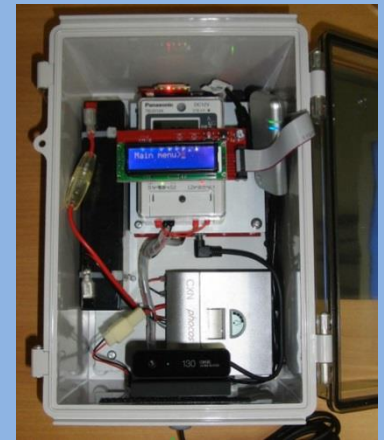
Radiation sensor

Meteoro-sensor

Water level sensor

Data logger

FieldRouter  
(FR)



Repeater



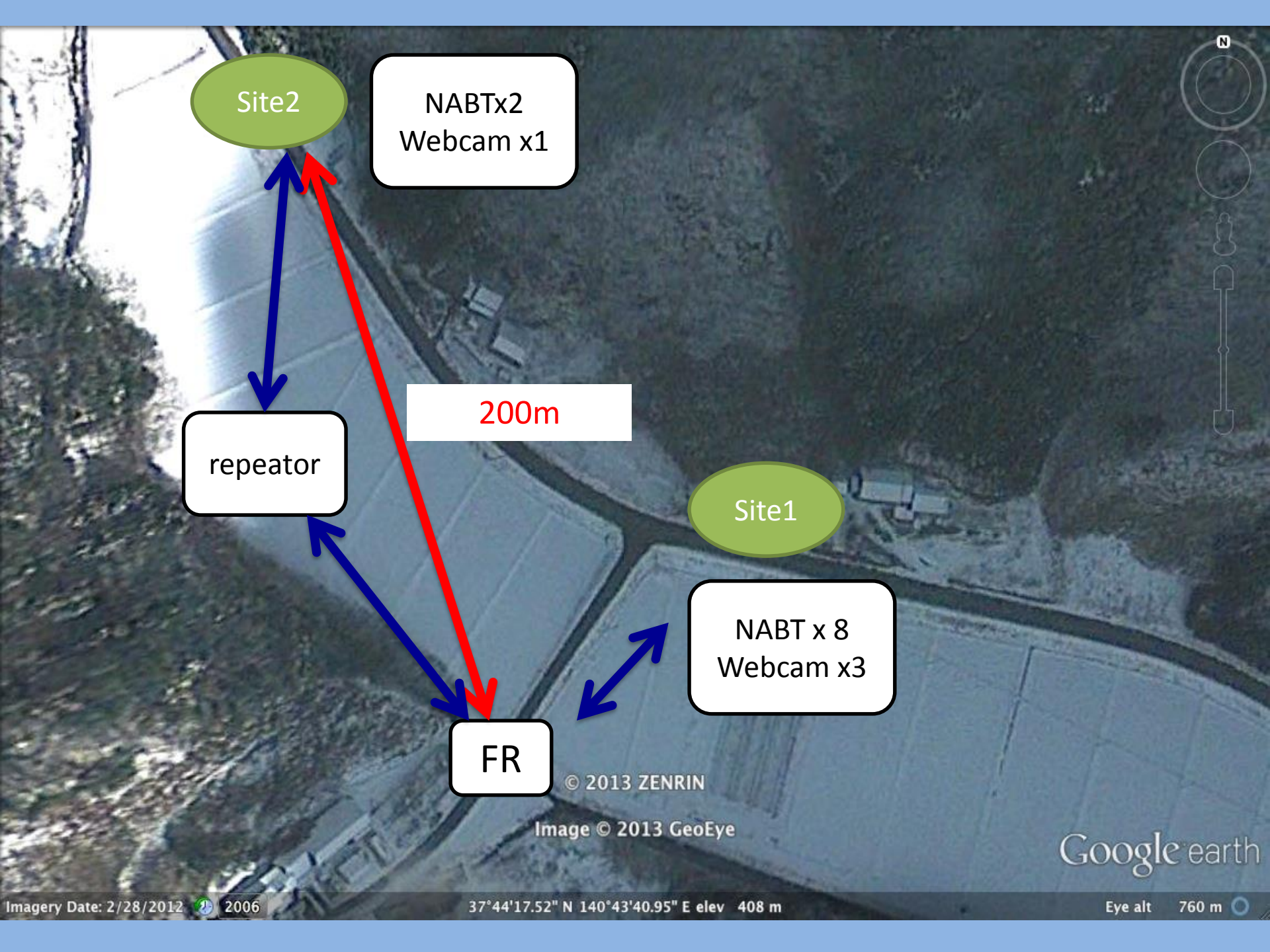
NetworkAdapter

Web camera

Smart phone







Site2

NABTx2  
Webcam x1

repeater

200m

Site1

NABT x 8  
Webcam x3

FR

© 2013 ZENRIN

Image © 2013 GeoEye

Google earth

# 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





# Calendar view function

| 2012 / 8                                                                                                  |                                                                                                           |                                                                                                            |                                                                                                             |                                                                                                              |                                                                                                              |                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mon.                                                                                                      | Tue.                                                                                                      | Wed.                                                                                                       | Thu.                                                                                                        | Fri.                                                                                                         | Sat.                                                                                                         | Sun.                                                                                                         |
| <br><a href="#">8/27</a> | <br><a href="#">8/28</a> | <br><a href="#">8/29</a>  | <br><a href="#">8/30</a>  | <br><a href="#">8/31</a>  |                                                                                                              |                                                                                                              |
| <br><a href="#">8/20</a> | <br><a href="#">8/21</a> | <br><a href="#">8/22</a>  | <br><a href="#">8/23</a>  | <br><a href="#">8/24</a>  | <br><a href="#">8/25</a>  | <br><a href="#">8/26</a>  |
| <br><a href="#">8/13</a> | <br><a href="#">8/14</a> | <br><a href="#">8/15</a>  | <br><a href="#">8/16</a>  | <br><a href="#">8/17</a>  | <br><a href="#">8/18</a>  | <br><a href="#">8/19</a>  |
| <br><a href="#">8/6</a> | <br><a href="#">8/7</a> | <br><a href="#">8/8</a>  | <br><a href="#">8/9</a>  | <br><a href="#">8/10</a> | <br><a href="#">8/11</a> | <br><a href="#">8/12</a> |
|                                                                                                           |                                                                                                           | <br><a href="#">8/1</a> | <br><a href="#">8/2</a> | <br><a href="#">8/3</a> | <br><a href="#">8/4</a> | <br><a href="#">8/5</a> |

[BTCAMM106B90]2013/03/04 12:25  
(46.9K) [calendar](#) / [movie](#)

Site 1-3



[BTCAMM16202D]2013/03/04 12:26  
(47.2K) [calendar](#) / [movie](#)

Site 1-2



[BTCAMM162013]2013/03/04 12:17  
(47.2K) [calendar](#) / [movie](#)

Site2



[image2013/03/04 12:18]  
(306.1K) [calendar](#) / [movie](#)

Site 1-1



## Data

|              |                                                                  |          |
|--------------|------------------------------------------------------------------|----------|
| EM20710      | 2013/03/03 12:45 battery:74<br>logger time:2013-3-3 12:39:29 +36 | (170.1K) |
| FriskCounter | 2013/03/04 12:26 battery:<br>logger time:2013-03-04 03:06        | (0.4K)   |
| GroundT      | 2013/03/03 12:29 battery:99<br>logger time:2013-3-3 12:25:16 +36 | (133.4K) |
| MacroP       | 2013/03/03 12:49 battery:100<br>logger time:2013-3-3 12:45:39    | (143.7K) |
| S_WT         | 2013/03/03 12:32 battery:74<br>logger time:2013-3-3 12:28:24 +36 | (186.2K) |

[BTCAMM106B90]2013/03/04 12:25  
(46.9K) [calendar](#) / [movie](#)



[BTCAMM16202D]2013/03/04 12:26  
(47.2K) [calendar](#) / [movie](#)



[BTCAMM162013]2013/03/04 12:17  
(47.2K) [calendar](#) / [movie](#)



[image2013/03/04 12:18]  
(306.1K) [calendar](#) / [movie](#)



## Data

|              |                                                                     |          |
|--------------|---------------------------------------------------------------------|----------|
| EM20710      | 2013/03/03 12:45 battery:74<br>logger time:2013-3-3 12:39:29 +36    | (170.1K) |
| FriskCounter | 2013/03/04 12:26 battery:<br>logger time:2013-03-04 03:06           | (0.4K)   |
| GroundT      | 2013/03/03 12:29 battery:99<br>logger time:2013-3-3 12:25:16 +36    | (133.4K) |
| MacroP       | 2013/03/03 12:49 battery:100<br>logger time:2013-3-3 12:45:39       | (143.7K) |
| S_WT         | 2013/03/03 12:32 battery:74<br>logger time:2013-3-3 12:28:24 +36    | (186.2K) |
| SasuFA       | 2013/03/03 12:36 battery:90<br>logger time:2013-3-3 12:35:32        | (129.2K) |
| SasuFB       | 2013/03/03 12:52 battery:92<br>logger time:2013-3-3 12:48:44        | (123.3K) |
| SasuGA       | 2013/03/03 12:39 battery:91<br>logger time:2013-3-3 12:36:42        | (122.0K) |
| SasuGB       | 2013/03/03 12:42 battery:90<br>logger time:2013-3-3 12:36:53        | (122.4K) |
| Sekiba       | 2013/03/04 12:22 battery:100<br>logger time:2013-3-4 12:20:17 +36   | (80.6K)  |
| SekibaG      | 2013/03/04 12:20 battery:92<br>logger time:2013-3-4 12:13:54        | (55.9K)  |
| waterman     | 2012/11/25 12:13 battery:100<br>logger time:2012-11-25 12:14:31 +36 | (23.6K)  |
| EL10236      | 2013/01/16 12:13 battery:100<br>logger time:2013-1-16 12:11:35      | (85.0K)  |

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)



# 水田モニタリング



[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

2014 / 6

Wed.

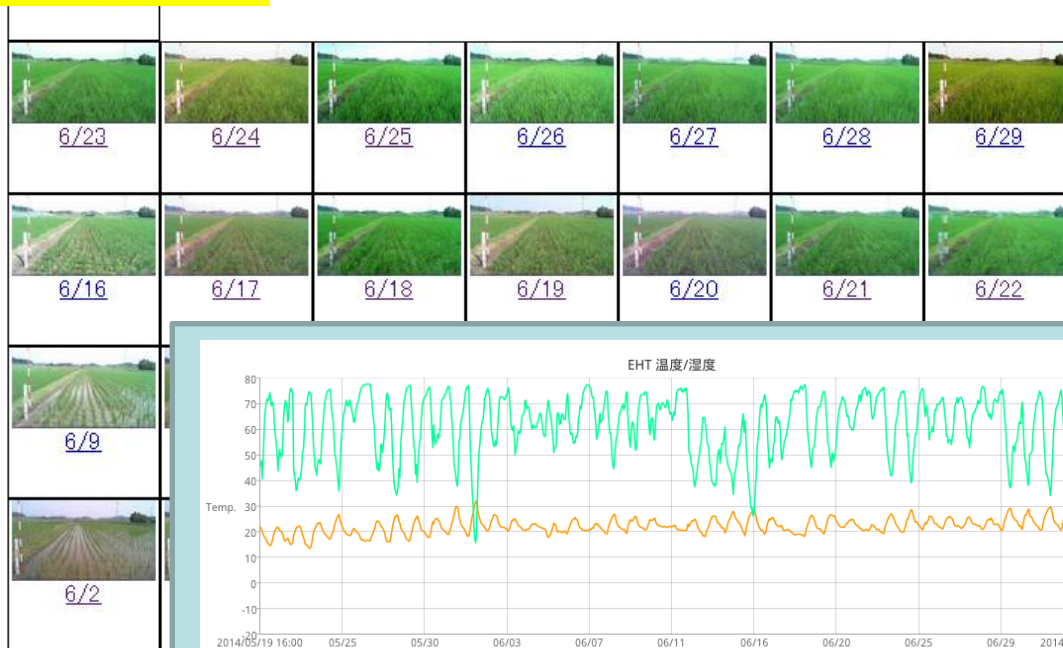
Thu.

Fri.

Sat.

Sun.

定点画像カレンダー

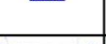
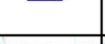


センサーデータ(1時間ごと)  
気温・湿度・降水z量・日射  
量・風向風速・**水位**



# 水田湛水深(水位)の変化

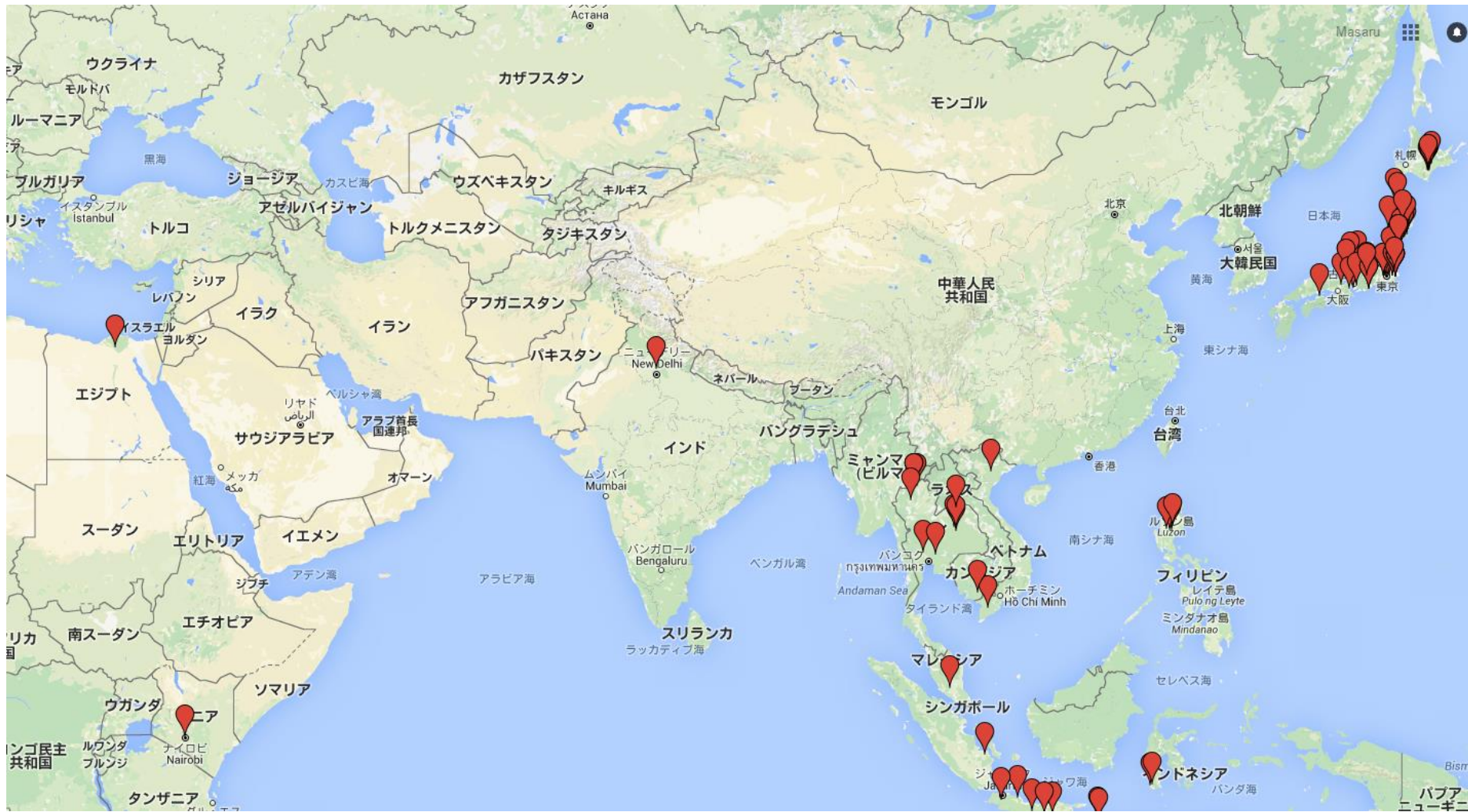


| 2014 / 6                                                                                   |                                                                                             |                                                                                             |                                                                                             |                                                                                               |                                                                                               |                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mon.                                                                                       | Tue.                                                                                        | Wed.                                                                                        | Thu.                                                                                        | Fri.                                                                                          | Sat.                                                                                          | Sun.                                                                                          |
| <br>6/30  |                                                                                             |                                                                                             |                                                                                             |                                                                                               |                                                                                               |                                                                                               |
| <br>6/23  | <br>6/24   | <br>6/25   | <br>6/26   | <br>6/27   | <br>6/28   |                                                                                               |
| <br>6/16 | <br>6/17  | <br>6/18  | <br>6/19  | <br>6/20  | <br>6/21  | <br>6/22  |
| <br>6/9 | <br>6/10 | <br>6/11 | <br>6/12 | <br>6/13 | <br>6/14 | <br>6/15 |
| <br>6/2 | <br>6/3  | <br>6/4  | <br>6/5  | <br>6/6  | <br>6/7  | <br>6/8  |





# 世界の農地をモニタリング



デモ

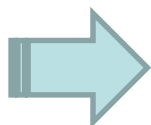
# 安全な輸入農産物に関する情報利用実験

(2008)

生産者と消費者がデータを共有



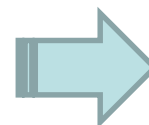
モニタリングセンサー  
(タイほうれん草畑)



Calendar Month (Dec. 2008)  
SITEID: ChiangMai-ChiangMai\_cam

| Sun | Mon | Tue | Wed | Thu | Fri | Sat |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|     | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   |
| 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  |
| 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  |
| ..  | ..  | ..  | ..  | ..  | ..  | ..  |

情報発見・統合ツール  
(喜連川研)



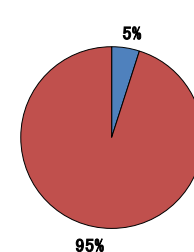
ディスプレイ  
(東大農学部食堂)



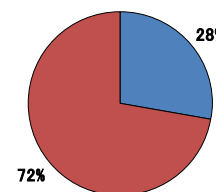
東大生協食堂の  
ほうれん草は  
100%タイ産



コンテンツの制作と実証実験(溝口研)



Before (Nov.5, 2008)



After (Dec.8-11, 2008)

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)



| 2014 / 11                                                                                                  |                                                                                                             |                                                                                                            |                                                                                                             |                                                                                                             |                                                                                                             |                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mon.                                                                                                       | Tue.                                                                                                        | Wed.                                                                                                       | Thu.                                                                                                        | Fri.                                                                                                        | Sat.                                                                                                        | Sun.                                                                                                        |
| <br><a href="#">11/24</a>  | <br><a href="#">11/25</a>  | <br>11/26                 | <br><a href="#">11/27</a>  | <br><a href="#">11/28</a>  | <br><a href="#">11/29</a>  | <br><a href="#">11/30</a>  |
| <br><a href="#">11/17</a>  | <br><a href="#">11/18</a>  | <br><a href="#">11/19</a> | <br><a href="#">11/20</a>  | <br><a href="#">11/21</a>  | <br><a href="#">11/22</a>  | <br><a href="#">11/23</a>  |
| <br><a href="#">11/10</a>  | <br><a href="#">11/11</a>  | <br><a href="#">11/12</a> | <br><a href="#">11/13</a>  | <br><a href="#">11/14</a>  | <br><a href="#">11/15</a>  | <br><a href="#">11/16</a>  |
| <br><a href="#">11/3</a> | <br><a href="#">11/4</a> | <br>11/5                | <br><a href="#">11/6</a> | <br><a href="#">11/7</a> | <br><a href="#">11/8</a> | <br><a href="#">11/9</a> |
|                                                                                                            |                                                                                                             |                                                                                                            |                                                                                                             |                                                                                                             | <br>11/1                 | <br><a href="#">11/2</a> |



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

# タイの洪水モニタリング(2011)

2011.10.3



2011.10.5



2011.11.7



[11/7](#)



[11/8](#)

11/9

11/10



[11/1](#)



[11/2](#)



[11/3](#)



[11/4](#)



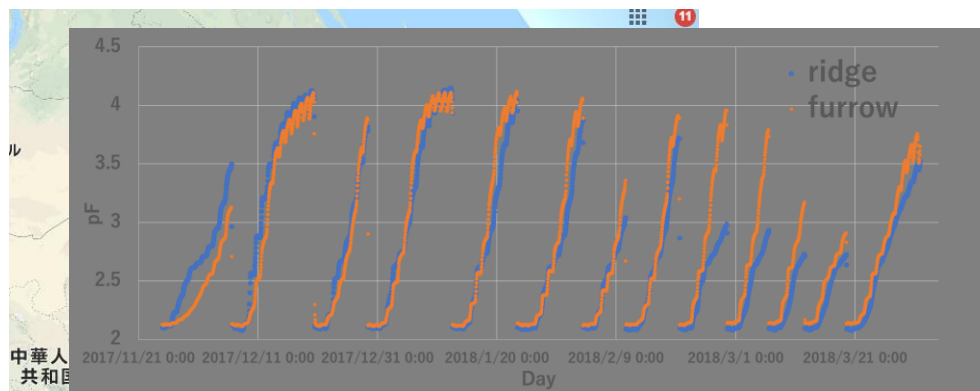
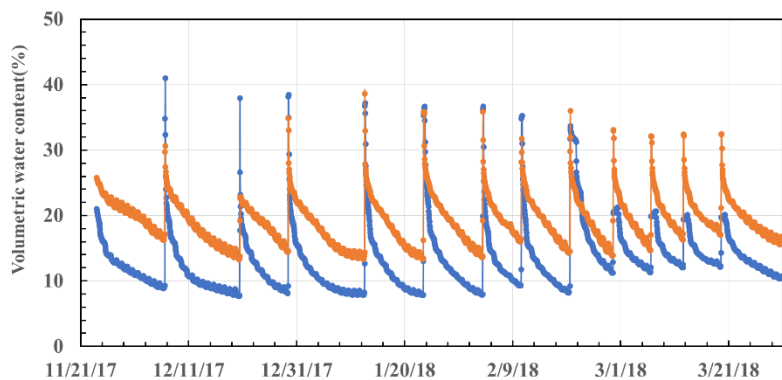
[11/5](#)



[11/6](#)



# 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.....



放牧中の牛に齧られたケーブル



FS内に作られた虫の巣

# 安全な農畜産物生産を支援する ICT畜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

避難先



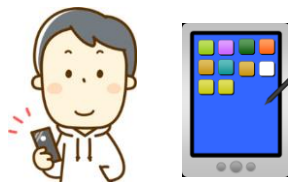
通勤農業



飯舘村など



モニタリング



遠隔操作



生育



放射能



電柵



制御

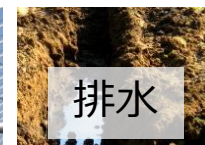
濁水



温度



排水



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

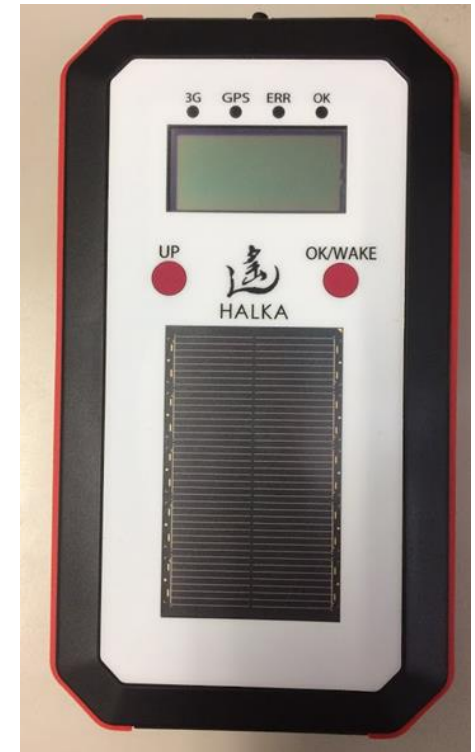
電源がない  
無線がない



太陽光パネル  
フィールドWiFi



HALKA+気象計



HALKA(遥)デバイス

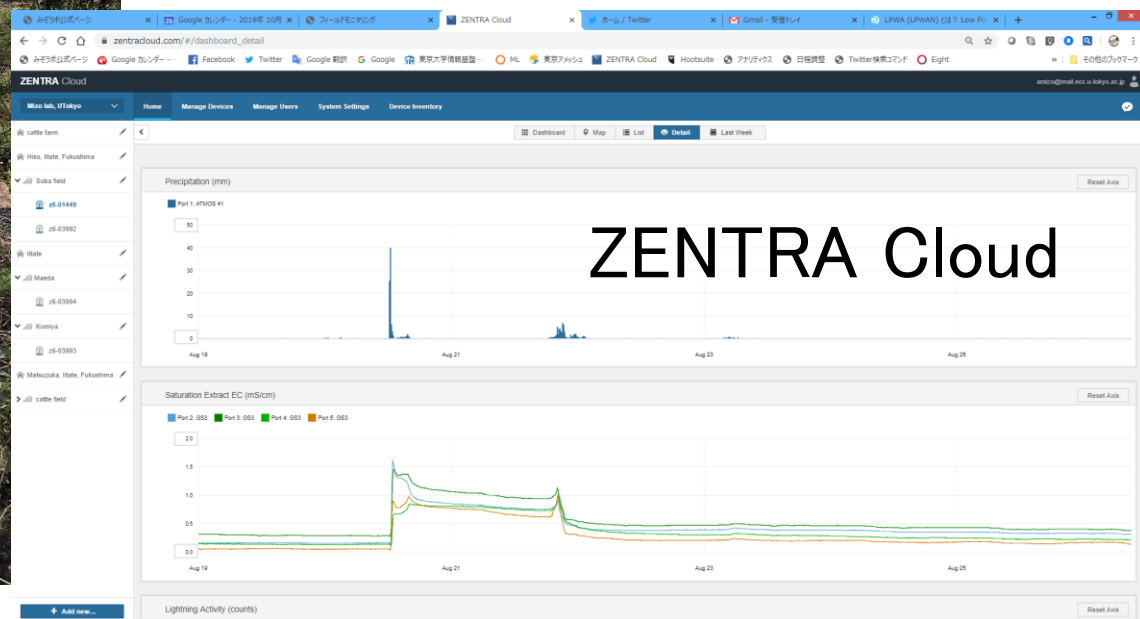


# システムのターニングポイント

## XASN system (SIM/WiFi+Photo)



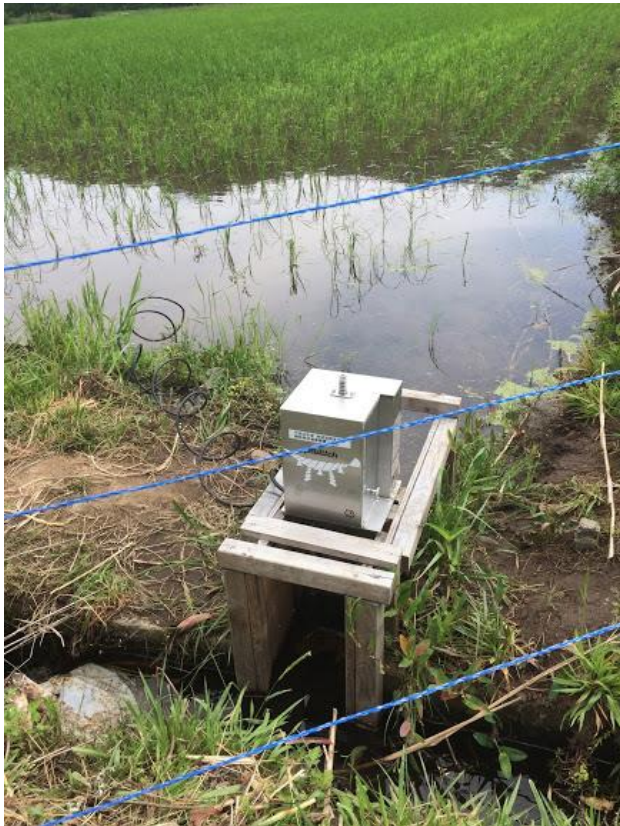
## METER system (SIM-No Photo)





# 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



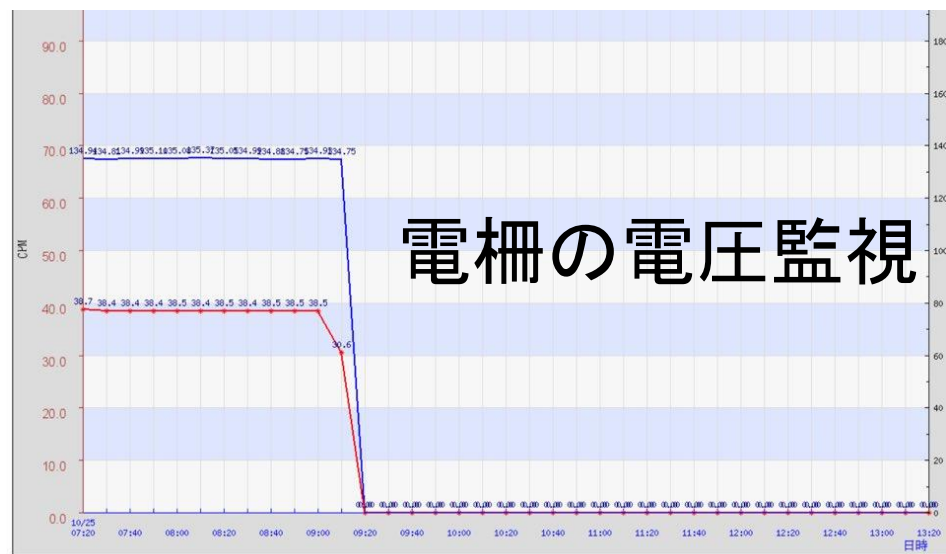
2018/10/22



2018/10/25

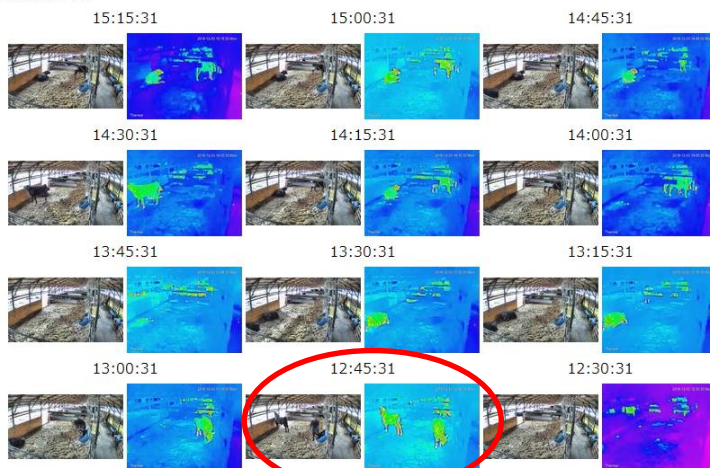
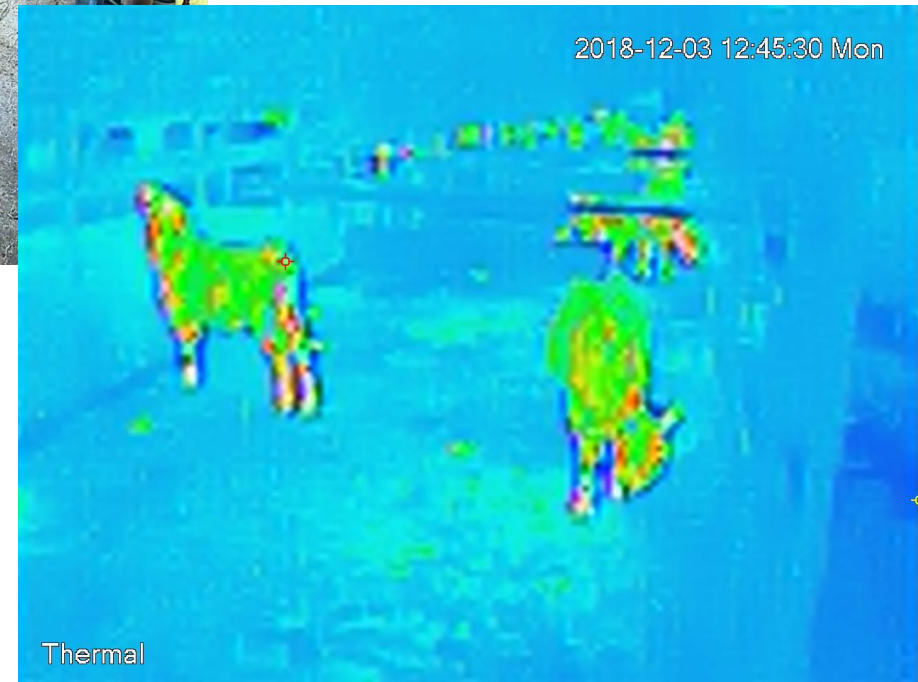


純米酒「不死鳥の如く」





# 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

通信記録一覧 vbox0045 最終通信日時: 2019/07/31 12:21 (10分) 日本時間

37.7483333333333,140.714



画像一覧



データ一覧

|                               |               |
|-------------------------------|---------------|
| time: 2014/07/20 13:40        | CSQ = (65,35) |
| パケット数: 25                     |               |
| コマンド: 2005-12-24 2:48:19 +38  |               |
| time: 2016/06/27 12:38        | CSQ = (0,20)  |
| パケット数: 15                     |               |
| コマンド: 2016-09-27 03:18        |               |
| time: 2012/06/17 12:18        | CSQ = (0,20)  |
| パケット数: 15                     |               |
| コマンド: 2012-09-17 12:12        |               |
| time: 2016/07/31 12:24        | CSQ = (0,20)  |
| パケット数: 15                     |               |
| コマンド: 2016-09-27 11:47:54 +38 |               |

