

2019.10.18

東京大学国際オープンイノベーション機構シンポジウム
@大手町サンケイプラザ

泥臭いAgriTechのすすめ



溝口勝



大学院農学生命科学研究科（教授）

アグリテック (AgriTech)

- 農業 (Agriculture) × テクノロジー (Technology)
 - ロボットやIoT機器を用いて農業の効率化
 - 熟練農家の経験や勘をIoT機器で可視化
 - AIで分析して収益を上げる農業
- 農業はそんな生易しいものではない！
 - 気候危機による自然災害
 - 収穫直前の獣害
 - **思いがけない出来事**との闘い
- 使えるAgriTechの開発事例
 - **「泥臭く」現場に張り付く**
 - データ駆動型農業について考える



食料生産は、手間ひまかかるといへんな作業だった



亀田郷(新潟県)
国営土地改良事業
により昭和32年に
乾田化に成功

引用：芦沼館
(亀田郷土地改良区)



引用：新潟市「潟の
デジタル博物館」

愛知用水(愛知県)
昭和36年完成

引用：愛知用水土地改良区



植物工場、畑、水田、太陽光発電を10aあたりで比較

10aあたり年間	植物工場リーフレタス (10段)	露地レタス 長野(夏秋)	水田	太陽光発電
生産額	5億円	48.7万円 (生産者価格)	13.7万円	400万円
コスト	3~4億円 初期5億円	24.8万円	10万円 (圃場整備すると 初期100万円)	初期4000万円
直接投入エネルギー	10000 GJ (照明用)	0.7GJ	1~2GJ (栽培・調整)	
(可食部)生産量	330t (Wet) 16.5t (Dry)	3.7t(Wet)	0.5t (Dry)	
(可食部)エネルギー 生産	165GJ	1.9GJ	7.6GJ	400GJ
熱量2,000kcal(8368kJ) あたり販売価格	25,000円 		150円 	84円 (36円/kWh 今後もっと 下がる)

1)篠原: 化学と生物53(6): 402-406 (2015)

2)高辻 www.alic.go.jp/content/000066106.pdf

3)椎名ら, 第6回日本LCA学会研究発表会講演要旨集(2011)

4)食品栄養成分表

5)露地レタスは、農水省2007のデータに基づく
投入エネルギーは、露地キャベツの値で代用
生産者価格は、132円/kg(大玉2個)

吉田修一郎 教授の駒場講義(2019)
「食をささえる水と土の環境科学」の資料より

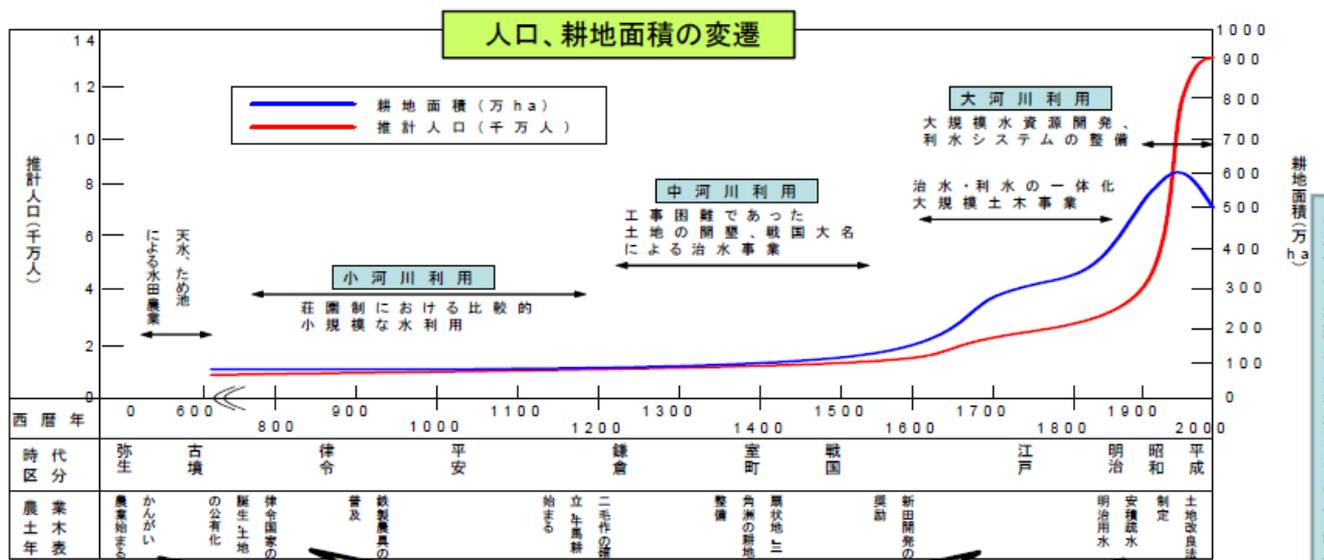
利根川の東遷

東京湾へ流れ込んでいた利根川の流路を現在の河口(銚子)へと変更する事業



1. 世代を超えた歴史的な財産である農地と農業用水

- 我が国では、二千年以上の永きにわたり、人間の生存にとって不可欠な食料を確保する農地と水に連綿と手をかけてきました。これは、太古の時代から時々の政府等が取り組んできた農地と水の開発の歴史です。
- 農地と水利施設が概成した現在、この歴史的な仕事は「保管理」の段階に至っており、これらを良好な状態で次の世代に引き継ぐ必要があります。ただ、私たちの世代になって、厳しい農業情勢を受けてはじめて農地が減少する事態が発生しています。



農地

- ・水田 251万ha
- ・畑 210万ha
- ・水田の6割は区画整備済

461万ha

水

- ・貯水池 1,200箇所
- ・取水堰 1,900箇所
- ・ポンプ場 2,800箇所
- ・水路 4万9千km
- ・水利施設の資産価値 25兆円

※施設数は基幹施設を対象

これまでに連綿と手を掛けてきた結果

● **稲作の登場**
・弥生時代中期に東北地方まで北進した稲作

垂柳遺跡(青森県)

● **国家による農地・水利の強力な整備拡充**
・今日にも残る条里制

周防国府跡(山口県)

● **近世の用排水システム確立**
・関東平野の大開発

見沼代用水(埼玉県・東京都)

● **近代的土地改良制度確立**
・地域農業振興に大きな寄与

安積疏水(福島県)

これらの貴重なストックの機能を効率的に維持し、有効に活用することにより、戸別所得補償制度を下支えする農業農村整備事業の展開へ

AgriTechを活かすための農業農村インフラ

- ・水田はモンスーンアジアに適した農地
- ・農業用水を地域で共有

基盤整備

公共事業

① 水を貯める

② 水を導く

④ 道を整える

③ 農地を整える

① 水を貯め

② 水を導き

③ 農地を整え

④ 道を整える

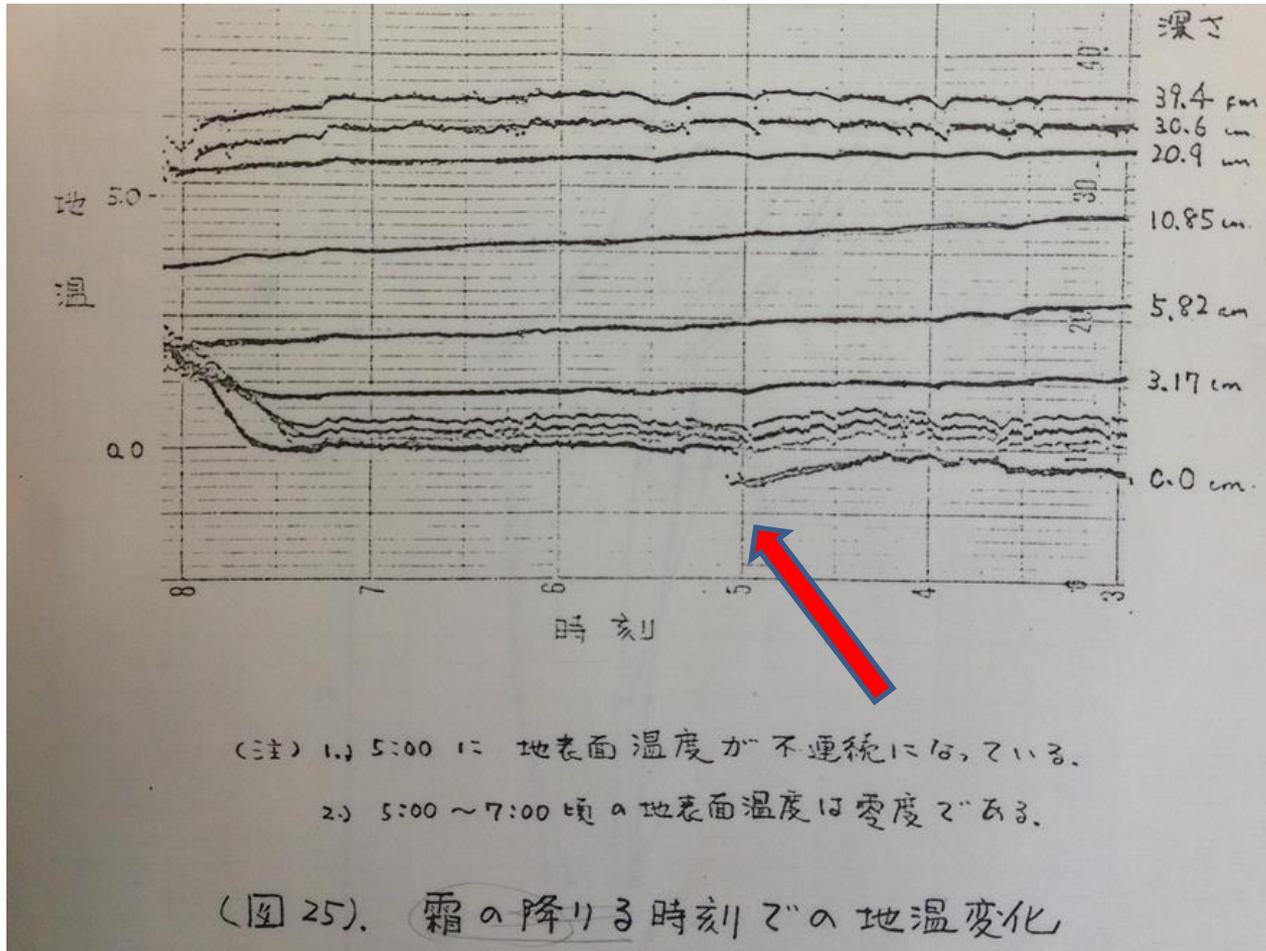
過去の資産管理も含めた農業・農村の社会資本の整備が重要

+ 情報基盤整備

私のAgriTech史 (溝口)

- 農業農村の**実体験** (1960–1978)
- 熱電対による地温測定 (1981)
 - 打点式記録計
- パソコン通信 (1986)
- **インターネット** (SINETとWWW) (1992)
- 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・データの自動回収
- 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システム (2009)
 - GSM/3G回線

過冷却が破れる瞬間！



打点式記録計(1981)

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

シベリアの気象観測(1997-2000)



SIMS-CP

携帯電話による土壌水分・地温観測 (2001)

Soil Information Monitoring
System using Cellular Phone

- 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

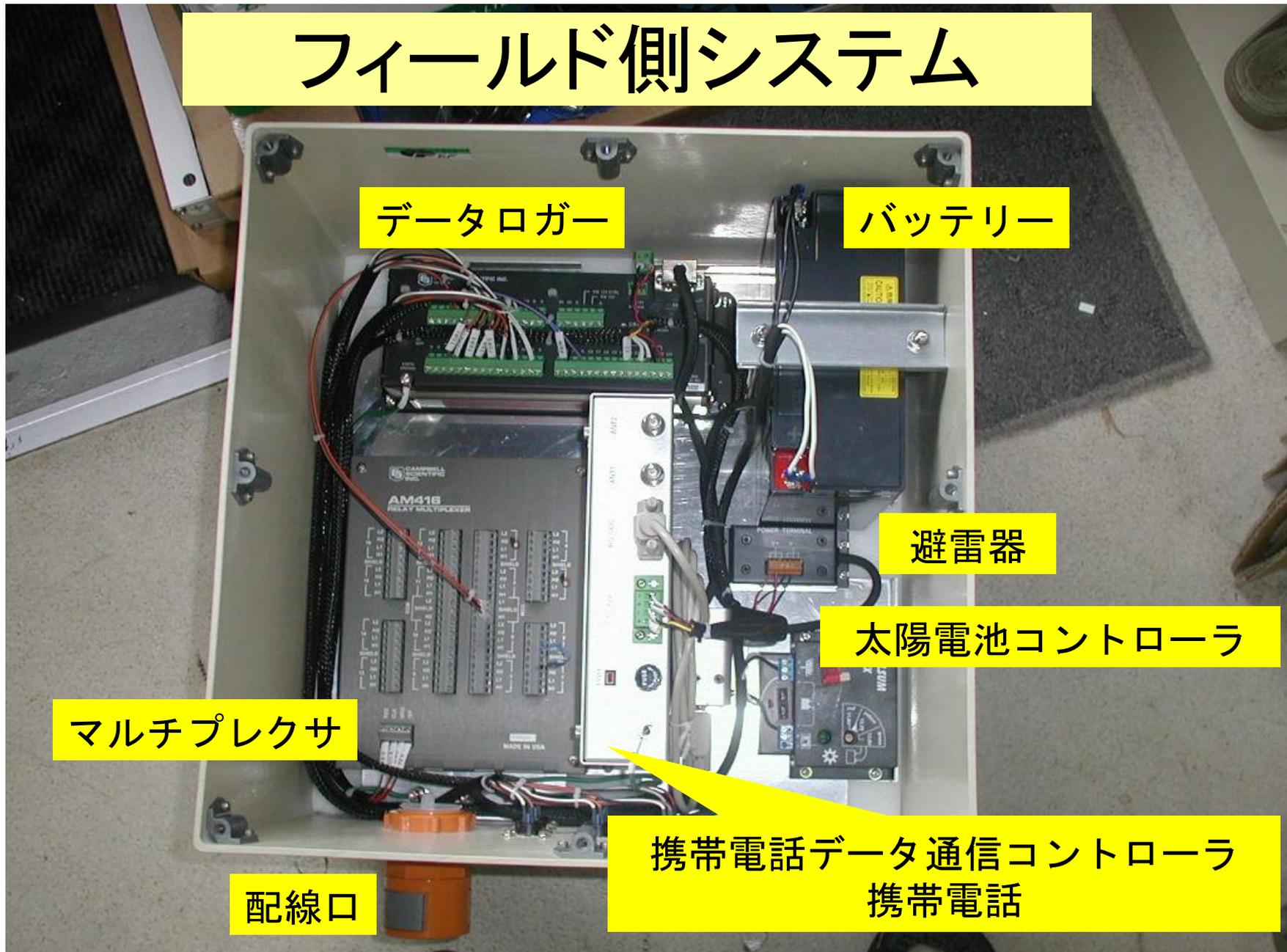
避雷器

太陽電池コントローラ

マルチプレクサ

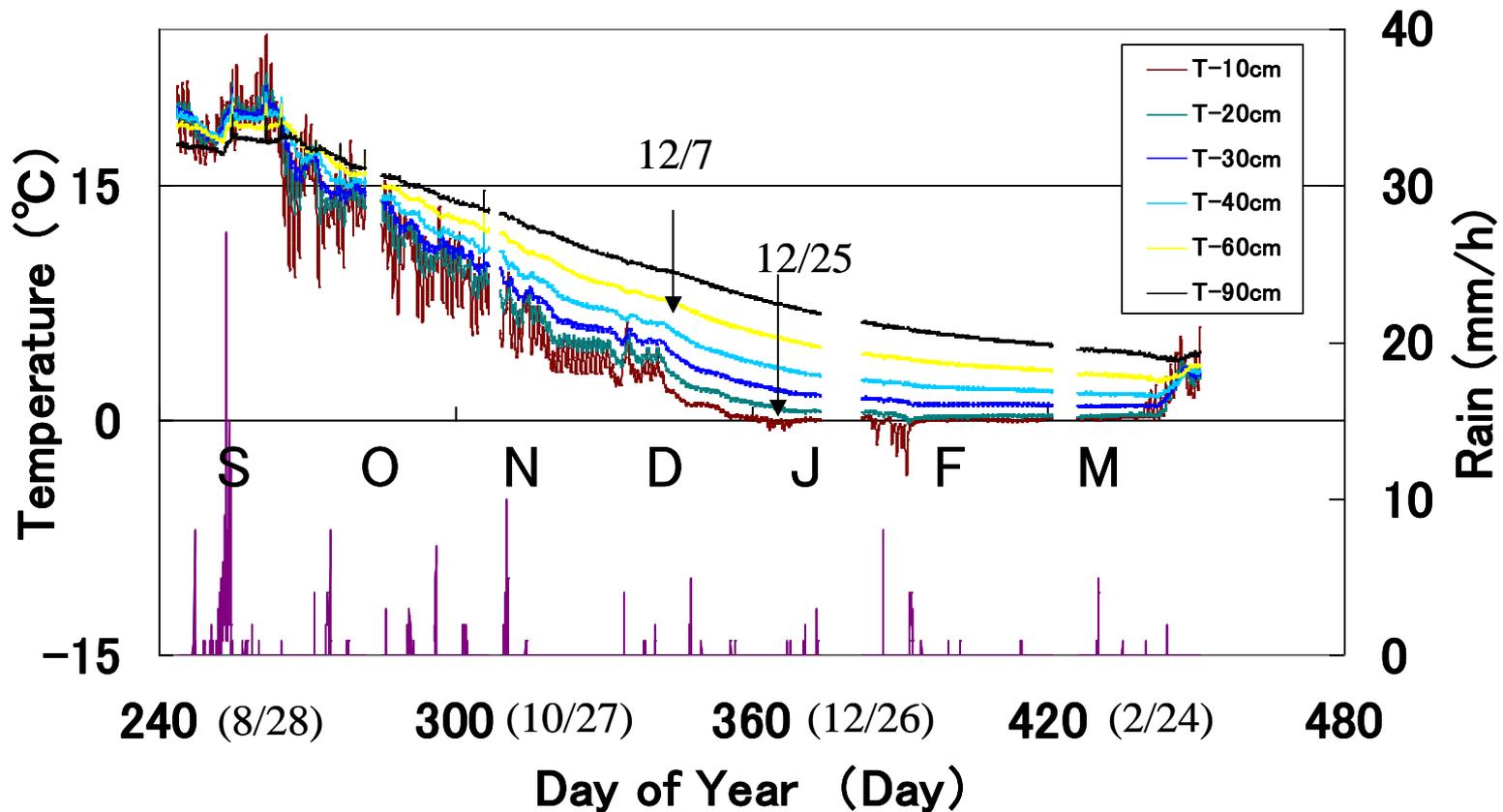
携帯電話データ通信コントローラ
携帯電話

配線口

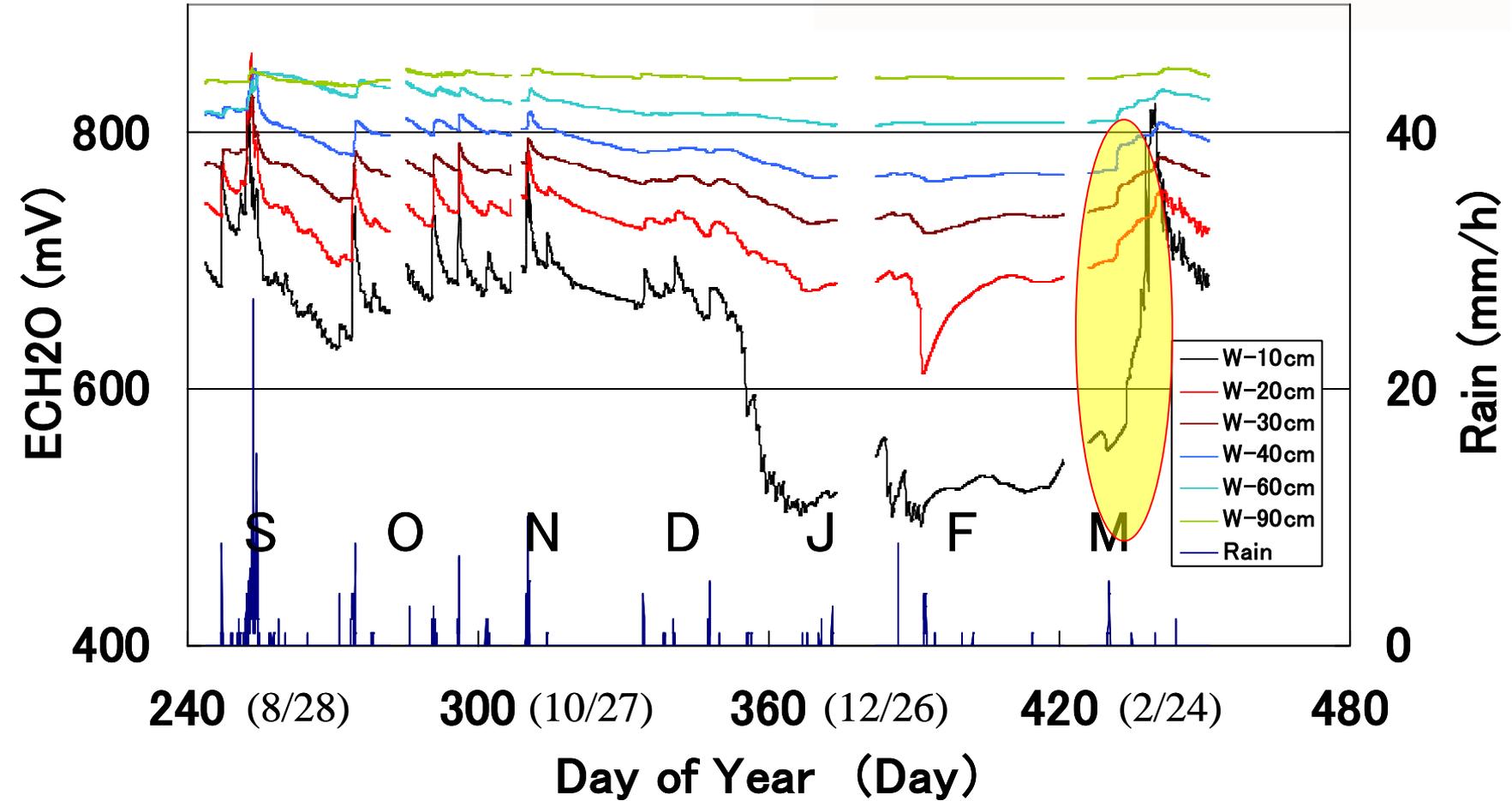


地温の変化

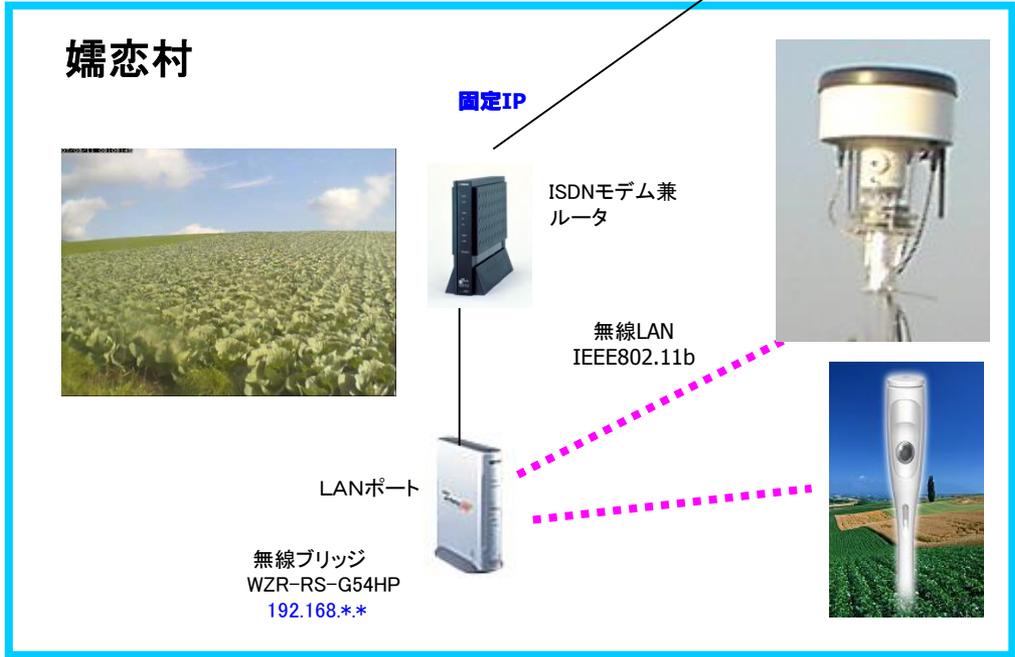
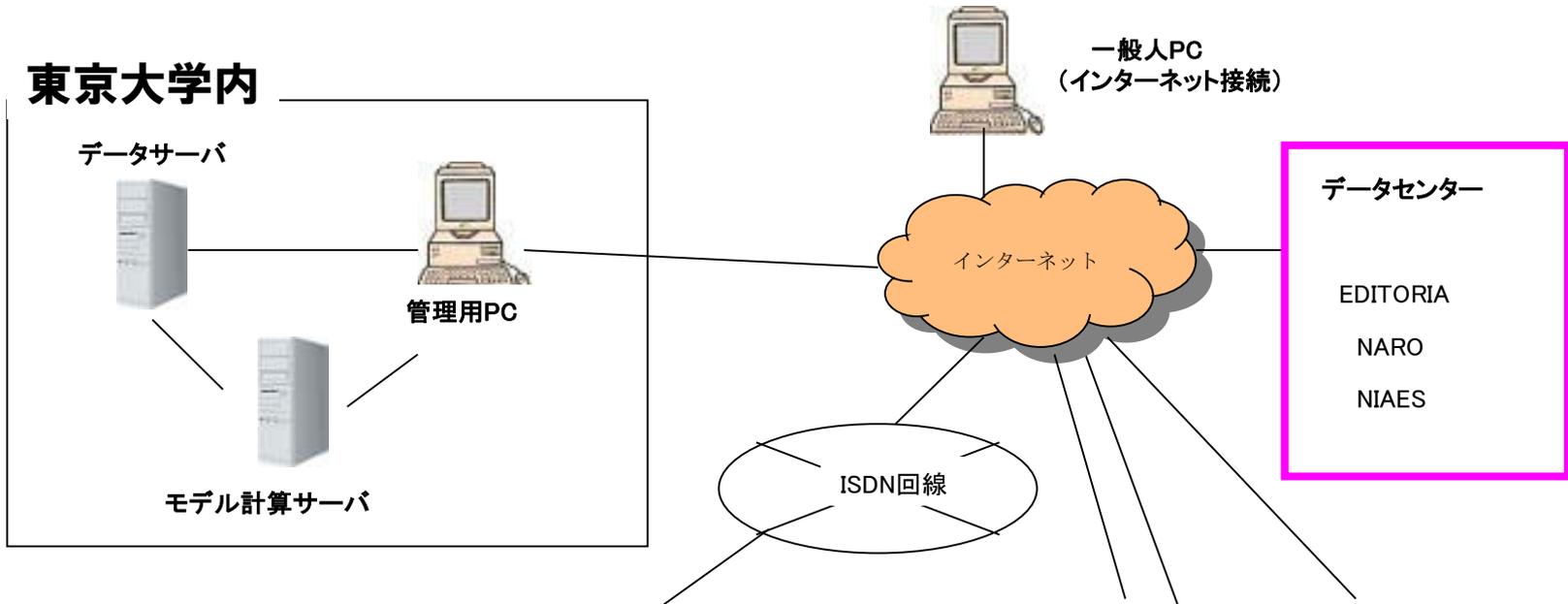
- 表層： 12月7日までは大きく日変動しながら低下。その日を境に変動なし
– 積雪／土壤が表面から凍結し始めた
- 10cm深さの地温は12月25日に 0°C 3月上旬までほぼ 0°C (凍結期)



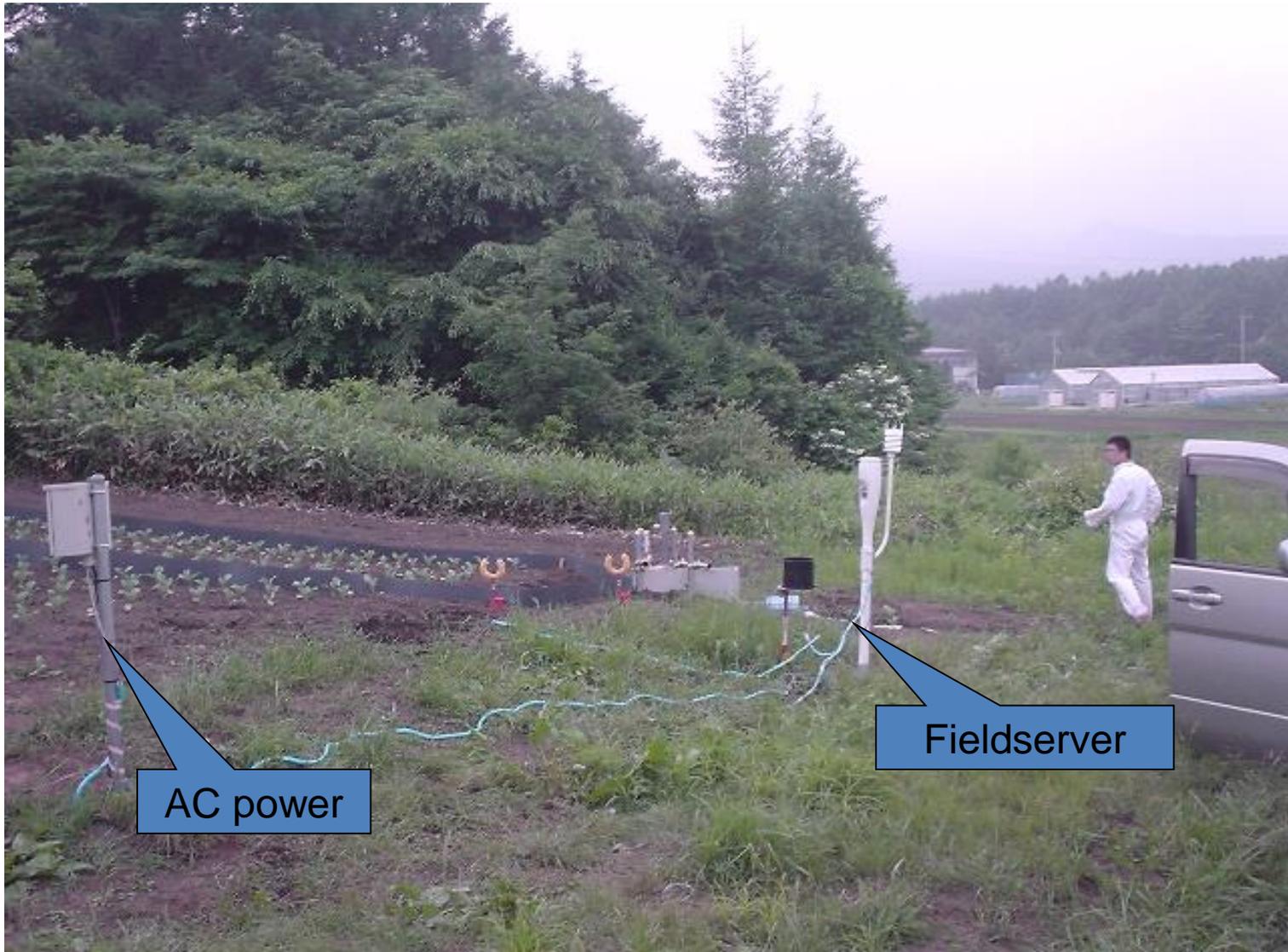
土壌水分量と降雨量 の変化



フィールドサーバによる農地情報モニタリングシステム(2005)

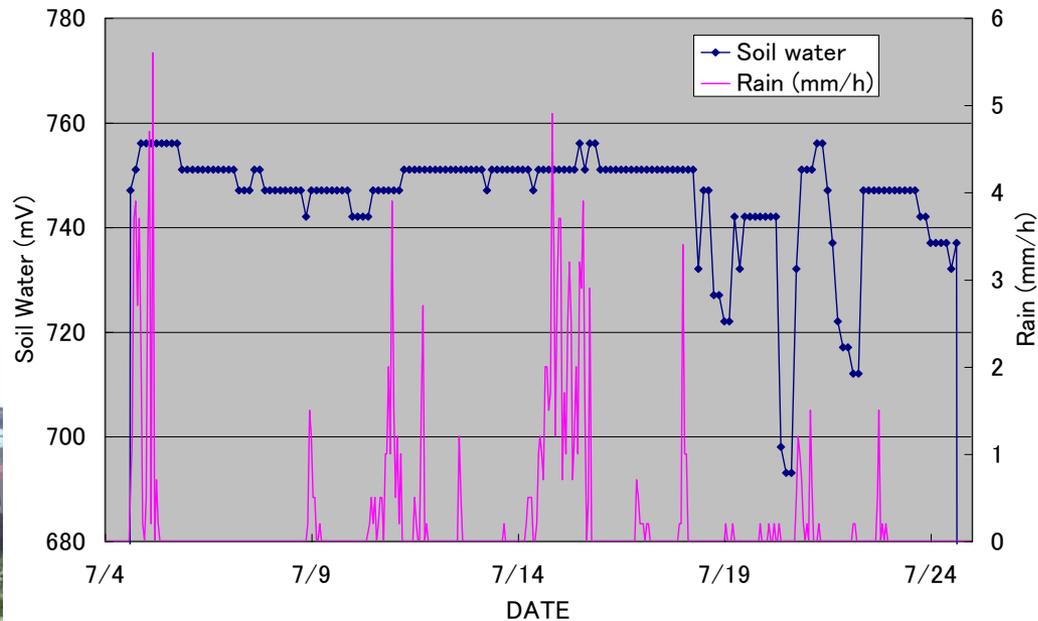


孺恋キャベツ畑へフィールドサーバ設置 (2005)



群馬県孺恋村高冷地野菜センター

農地情報観測データと土壌・植生モデルのリンク (群馬県嬭恋村キャベツ畑, 2006)



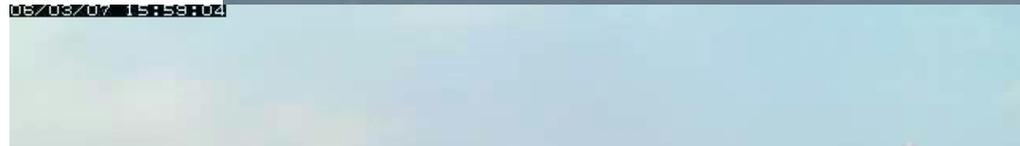
融雪モニタリング

Snow melts gradually remaining at furrows
(Observed data in 2006)

06/03/02 15:59:04



06/03/07 15:59:04



06/03/15 15:29:25



3/2

3/7

3/15

海外農地モニタリング (2006.12)



タイ・コンケン

衛星インターネット(IPSTAR)



動物／虫との闘い



放牧中の牛に
齧られたケーブル



基盤上の土蜂の巣

タイのホウレンソウ栽培現場 モニタリング (2007, チェンダウ)



設置：2007年12月20日



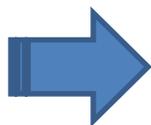
安全な輸入農産物に関する情報利用実験

(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_com

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)



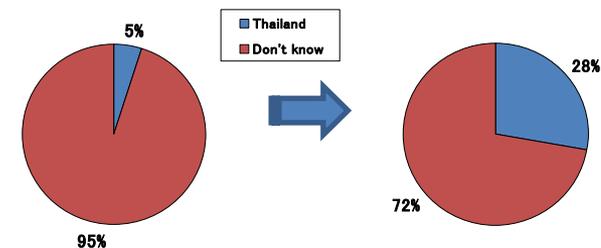
ディスプレイ
(東大農学部食堂)



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)



利用者の認知度が向上

Food communication

フィールドサーバからフィールドルータへ

(2009.5)

電柱近くに電源と電話回線を引き込み、WiFiで500m先のキャベツ畑に繋ぐ実験



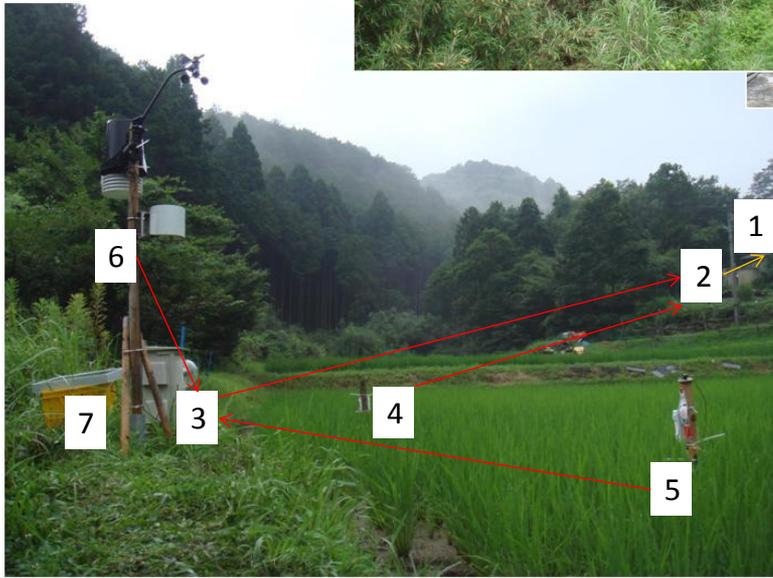
フィールドルータ試作機(2010.4)



ネットワークアダプタ(2010.4)

中山間地の水田モニタリング

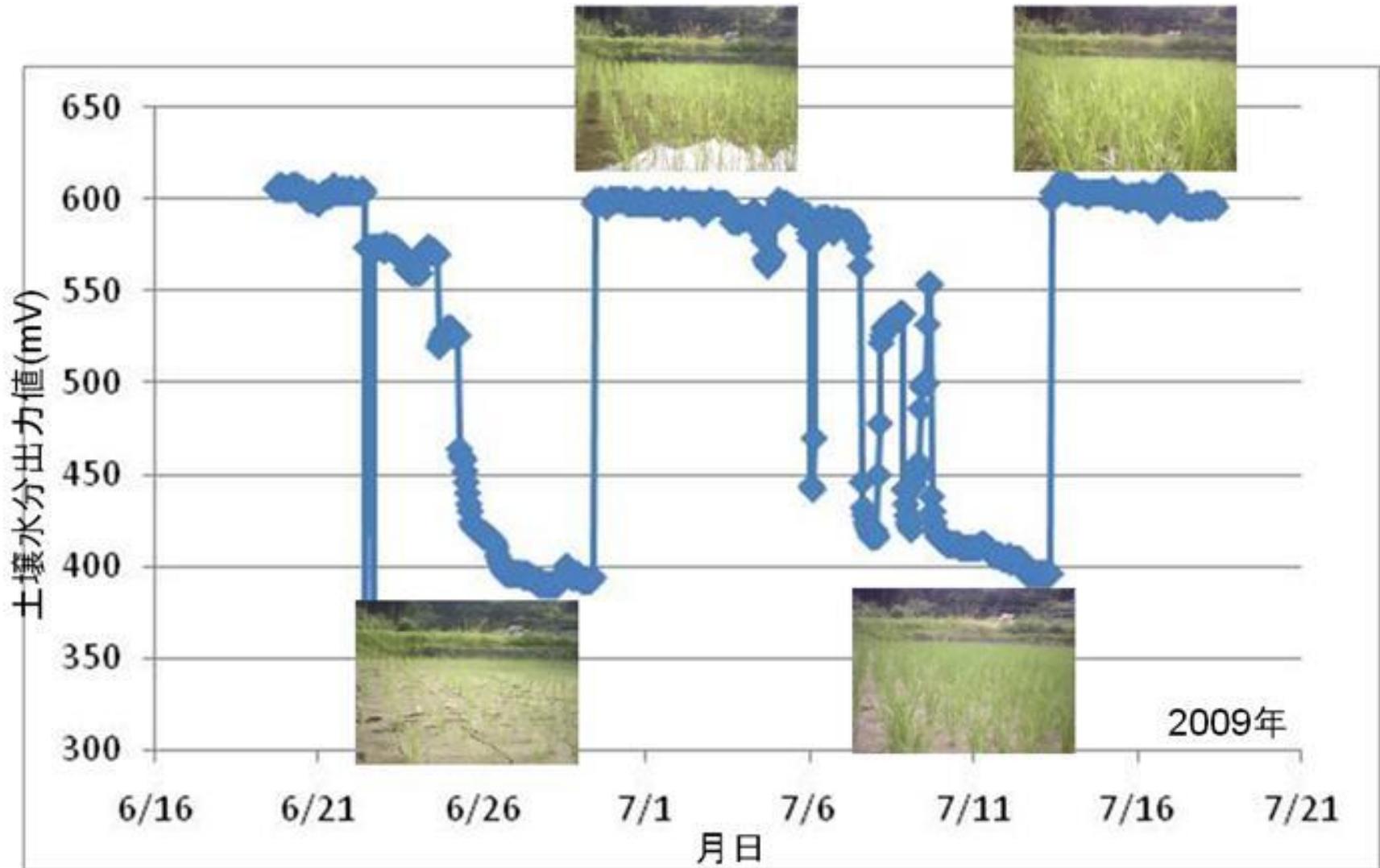
(2009.6.9)



小川氏のSRI水田(愛知県新城市)

WiFiカメラと土壌水分センサーの設置

SRI水田の土壌水分の変化



Manzano, et.al., Paddy and Water Environment, 9, 249-255(2011)

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
- データロガーを使えば1日に1回のアクセスで十分
- 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

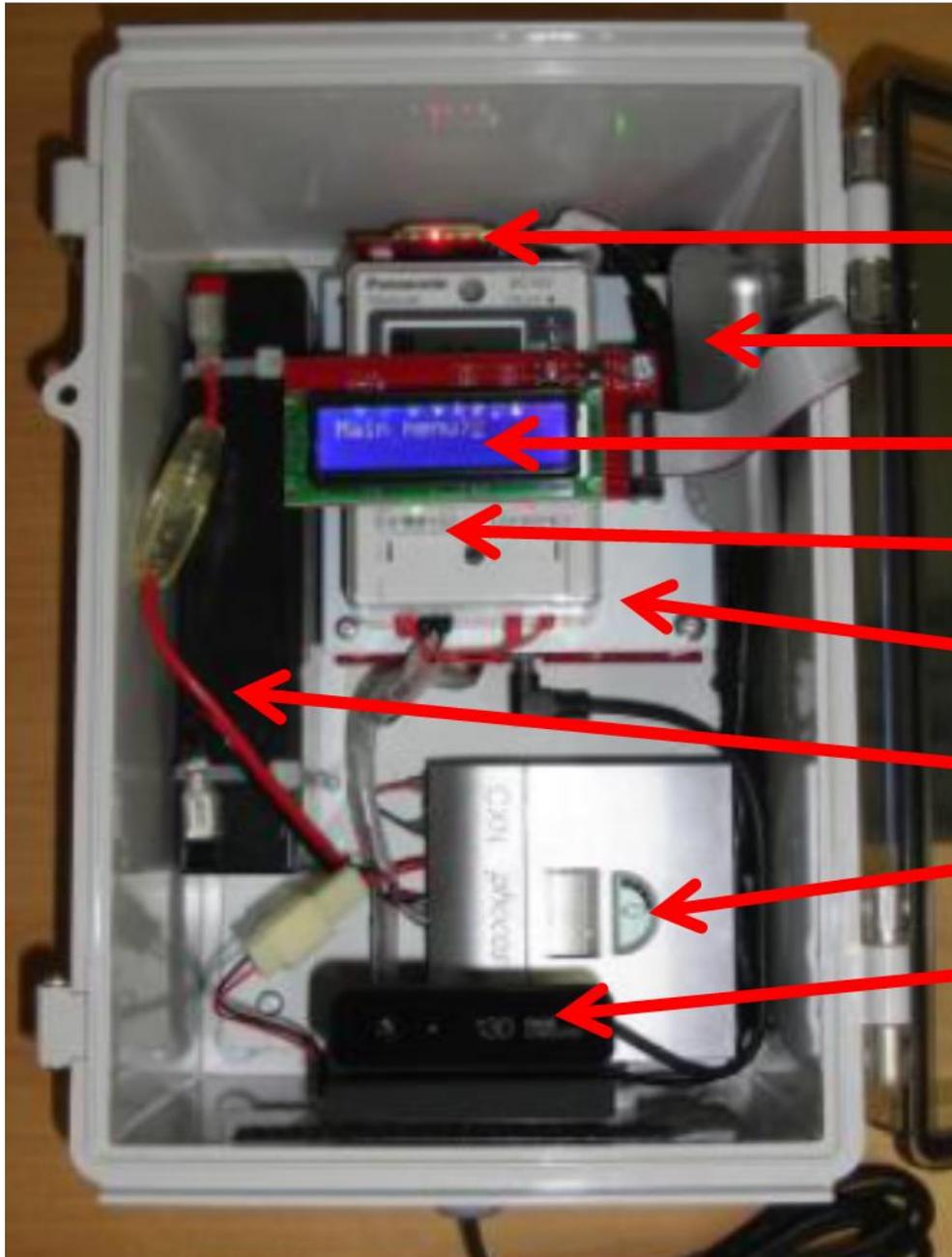


FieldRouter

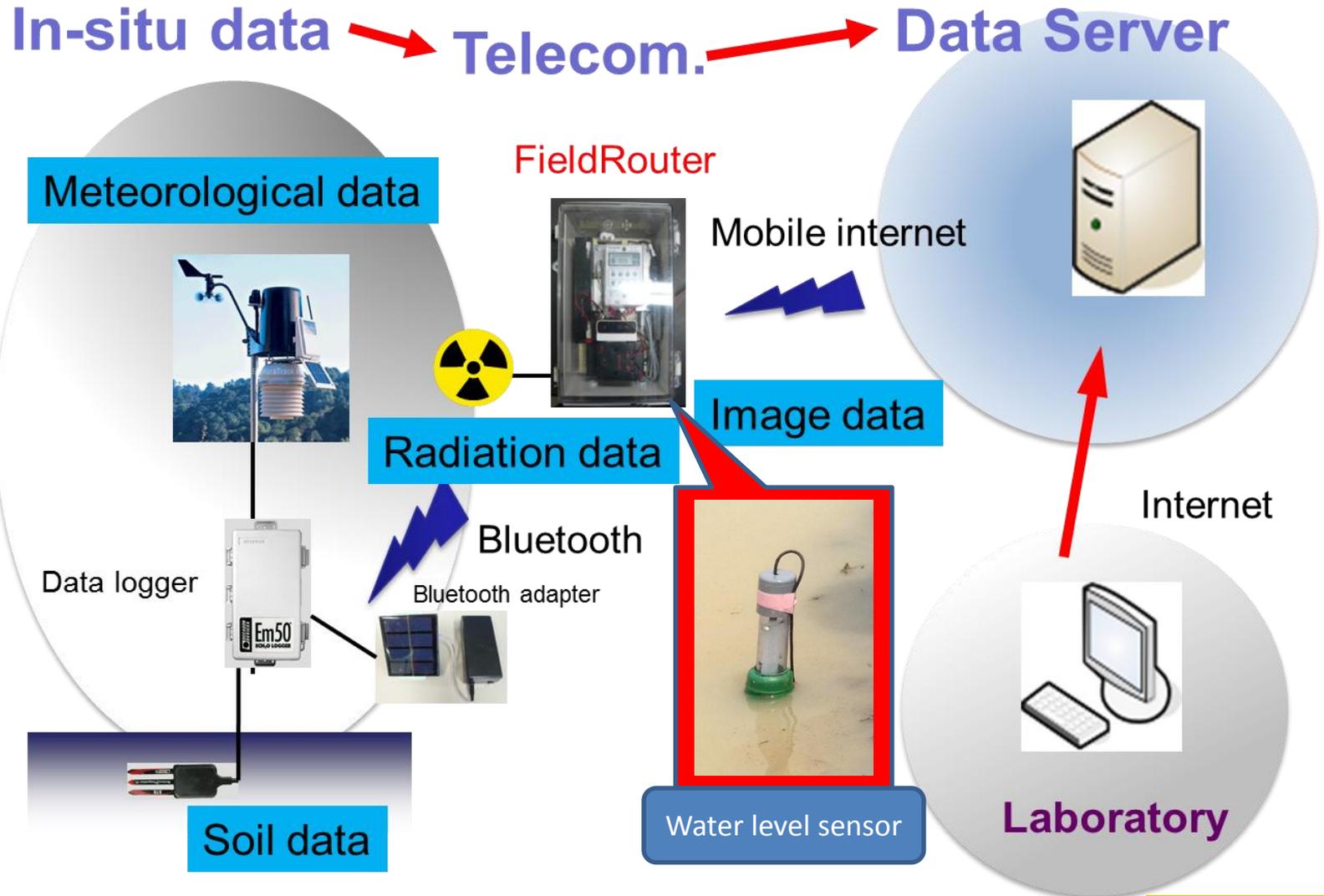
フィールドルータ

- 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)

フィールドドロータの設置



水田（長野県伊那市, 2012.5.27）

愛知用水土地改良区 (2014)

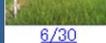
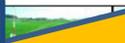
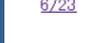
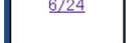
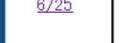
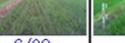


2014.5.3



水田湛水深(水位)の変化



2014 / 6						
Mon.	Tue.	Wed.	Thu.	Fri.	Sat.	Sun.
 6/30						
 6/23	 6/24	 6/25	 6/26	 6/27	 6/28	 6/29
 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



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

インドネシアの棚田 モニタリング(2014)

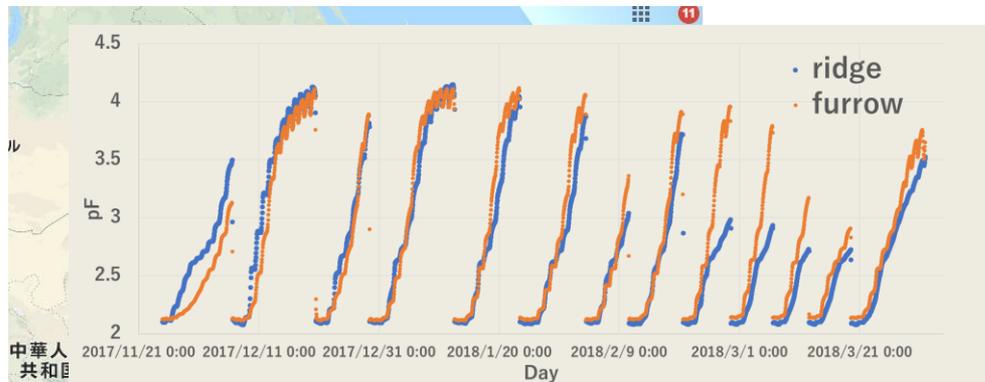
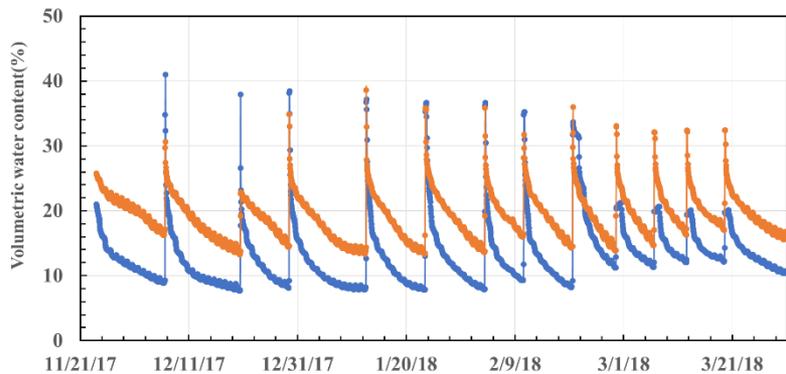


2014 / 11

Mon.	Tue.	Wed.	Thu.	Fri.	Sat.	Sun.
 11/24	 11/25	 11/26	 11/27	 11/28	 11/29	 11/30
 11/17	 11/18	 11/19	 11/20	 11/21	 11/22	 11/23
 11/10	 11/11	 11/12	 11/13	 11/14	 11/15	 11/16
 11/3	 11/4	 11/5	 11/6	 11/7	 11/8	 11/9
				 11/1		 11/2



インドの農作物・畝間灌漑 モニタリング (2018)



ICT・IoTで農業・農村はこう変わる！ (2017)

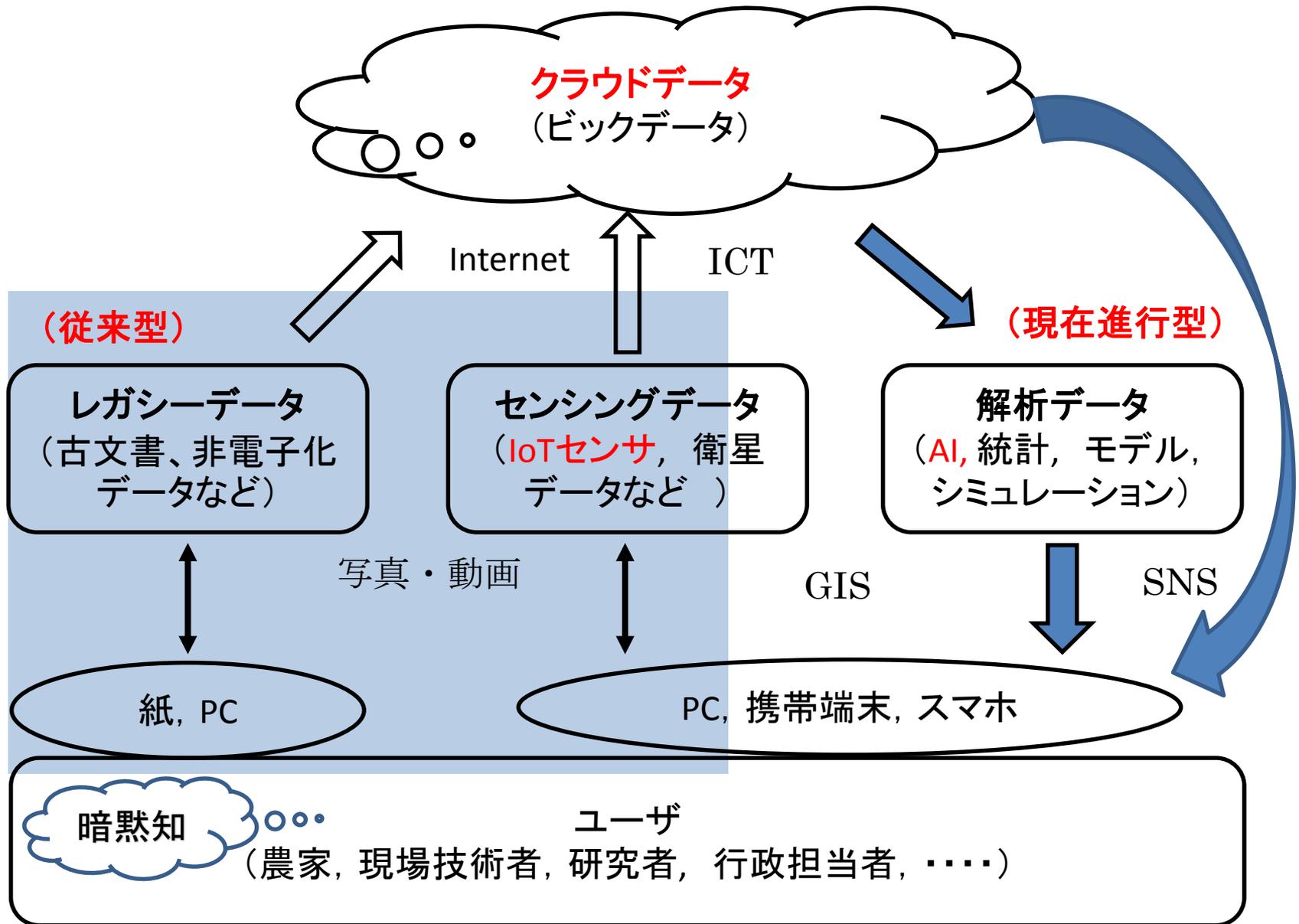
2050農村超スマート社会

- 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



みぞらぼ農業データサイエンス戦略

(2018)



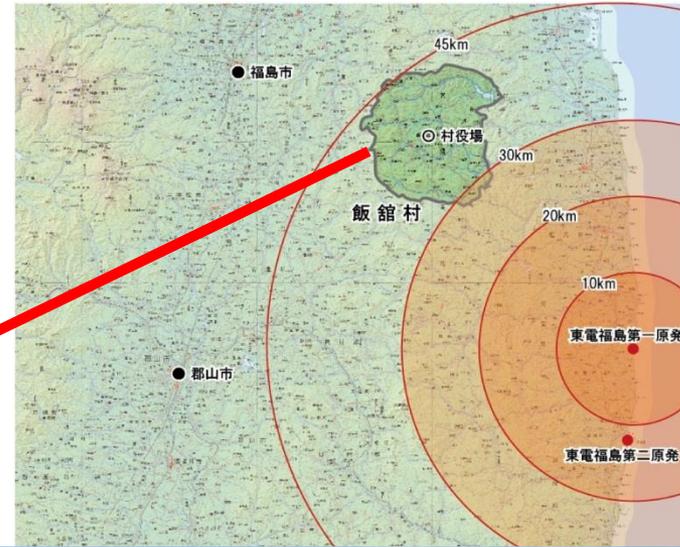
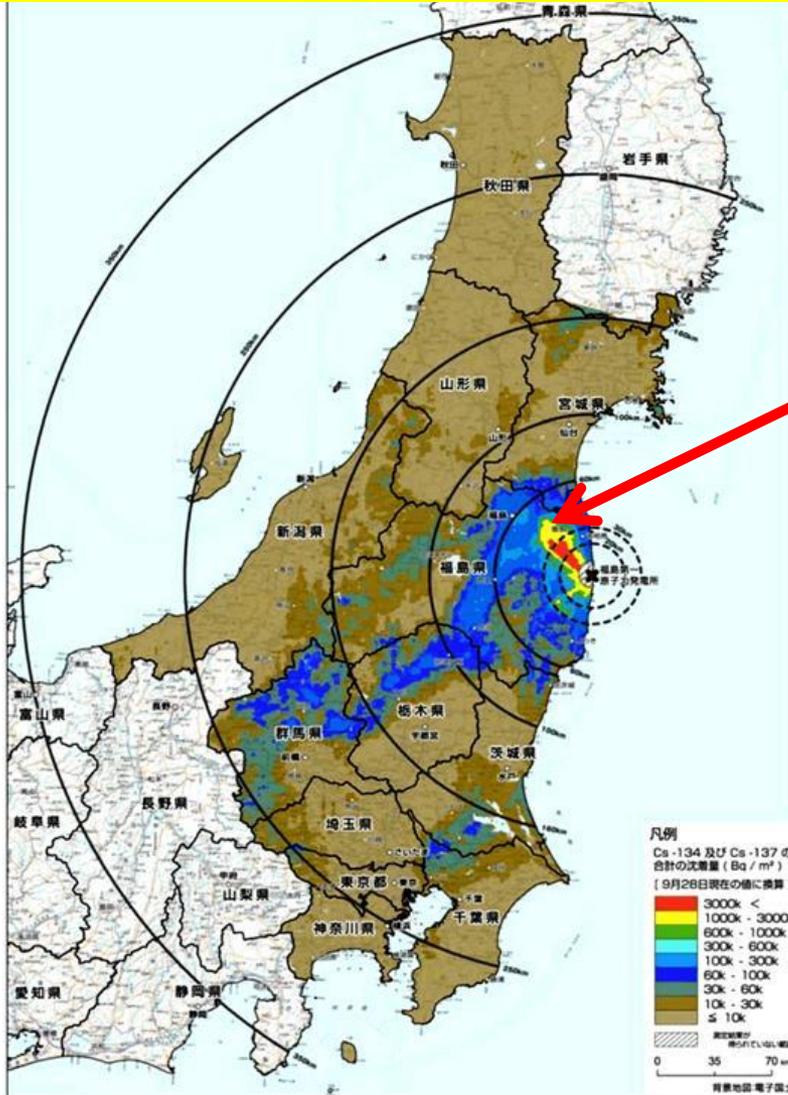
泥臭いAgriTechのまとめ

- 本当のAgriTechニーズは現場にある！
 - 農家の本音を聴く(農家の懐に入る)
 - 単純に操作できる(余計な機能は要らない)
- 田舎にこそ高速通信インフラ整備が必要
 - 災害対応
 - ICT/IoTによる産業誘致
 - 働き方改革の実践
 - 農業の癒し機能
 - 地方からの魅力発信

→ 農業用水路・圃場整備の際に情報インフラを整備する！

(おまけ)

福島県飯舘村のICTモニタリング (2011-)



いま科学技術が問われている

- 農学と情報科学で風評被害をなくせるか？

- 農学栄えて農業滅ぶ

－ 横井時敬

土に立つ者は倒れず、
土に生きる者は飢えず、
土を護る者は滅びず

どんなに恐ろしい
武器を持っていても
たくさんのかわいそ
うなロボットをあや
つっていても
土からはなれては
生きていけないのよ！



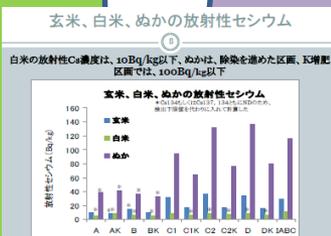
「天空の城ラピュタ」
シータの名セリフ
(宮崎駿, 1986)

- いま私たちは何ができるのか？

飯舘村—NPO法人—東大農の連携 (2012-)



農業委員会



農学生命科学研究科 (農学部)

RI施設



若者の力、シニアの経験を世界の被災地「ふくしま」へ

ふくしま再生の会

福島復興農業工学会議

サークル
までい



村民との信頼関係の構築

村・民・学連携による農業再生の試み



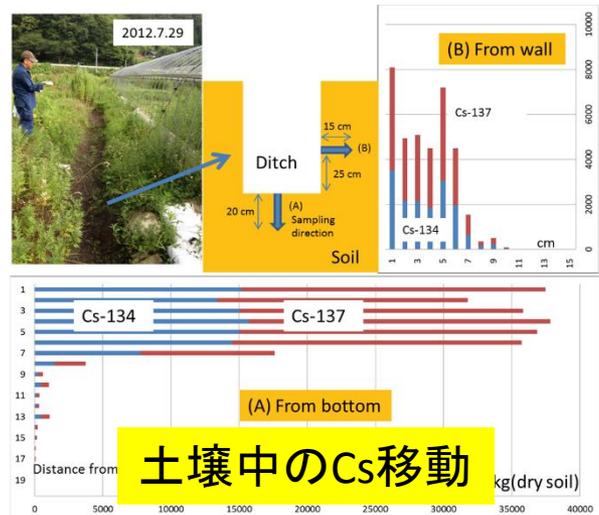
除染法の開発



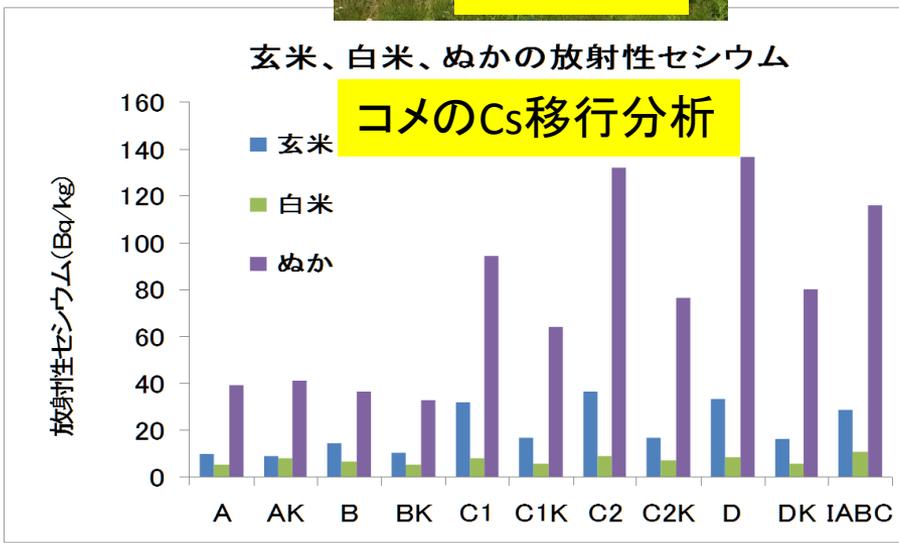
除染法の開発



試験栽培



土壌中のCs移動



Images

[Image0]2014/05/19 12:24 (225.0K) calendar /movie

画像カレンダー表示

気象グラフ表示

放射線量グラフ表示

Data

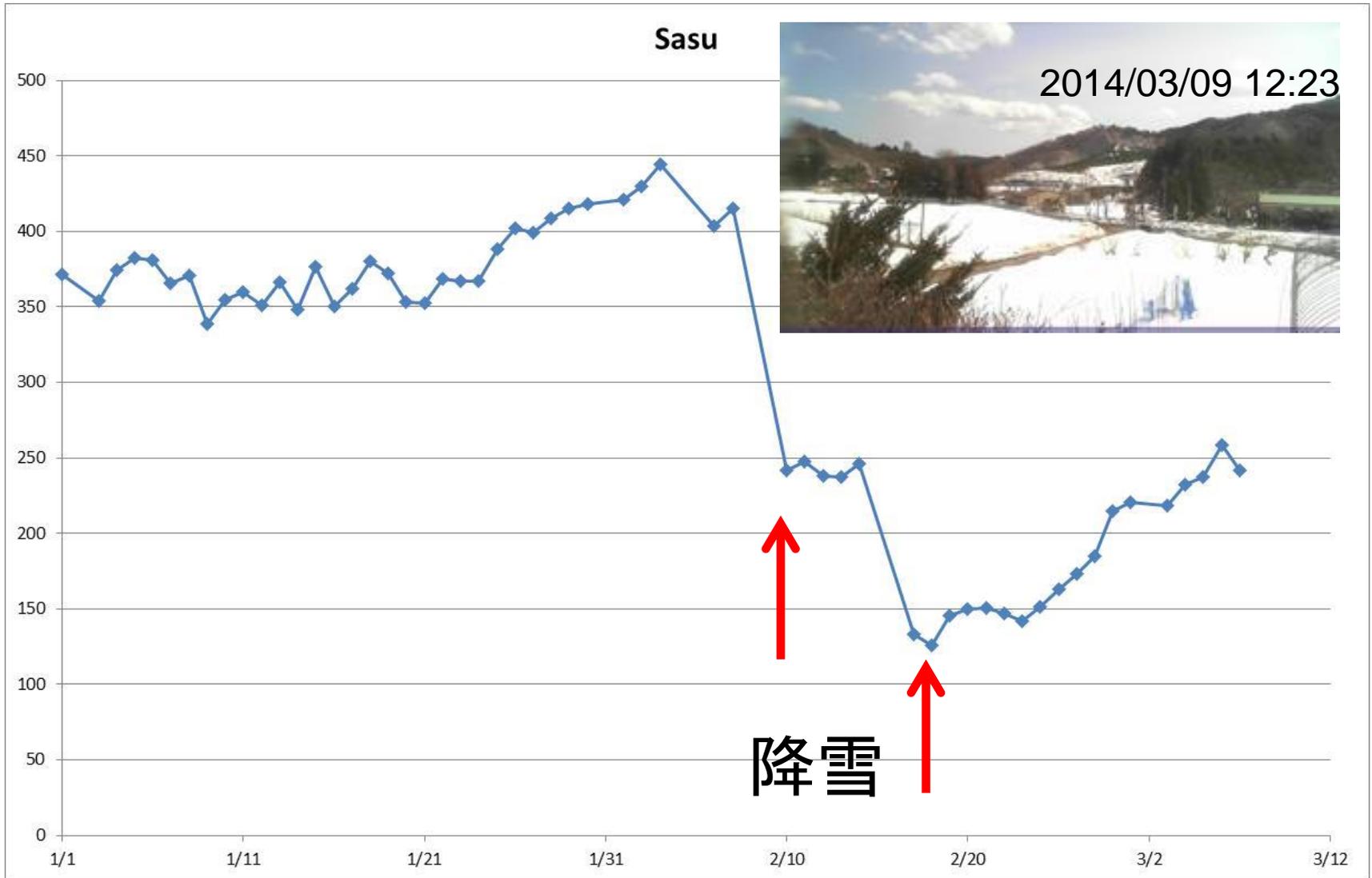
EM14736 2014/05/16 12:23 battery 32 logger time 2002-10-20 1:32:50 +38

FriskCounter 2014/05/19 12:33 battery 32 logger time 2014-05-19 12:33:50

SimpleCounter 2012/08/17 12:18 battery 32 logger time 2012-08-17 12:18:50

環境モニタリング

雪による空間線量の低下



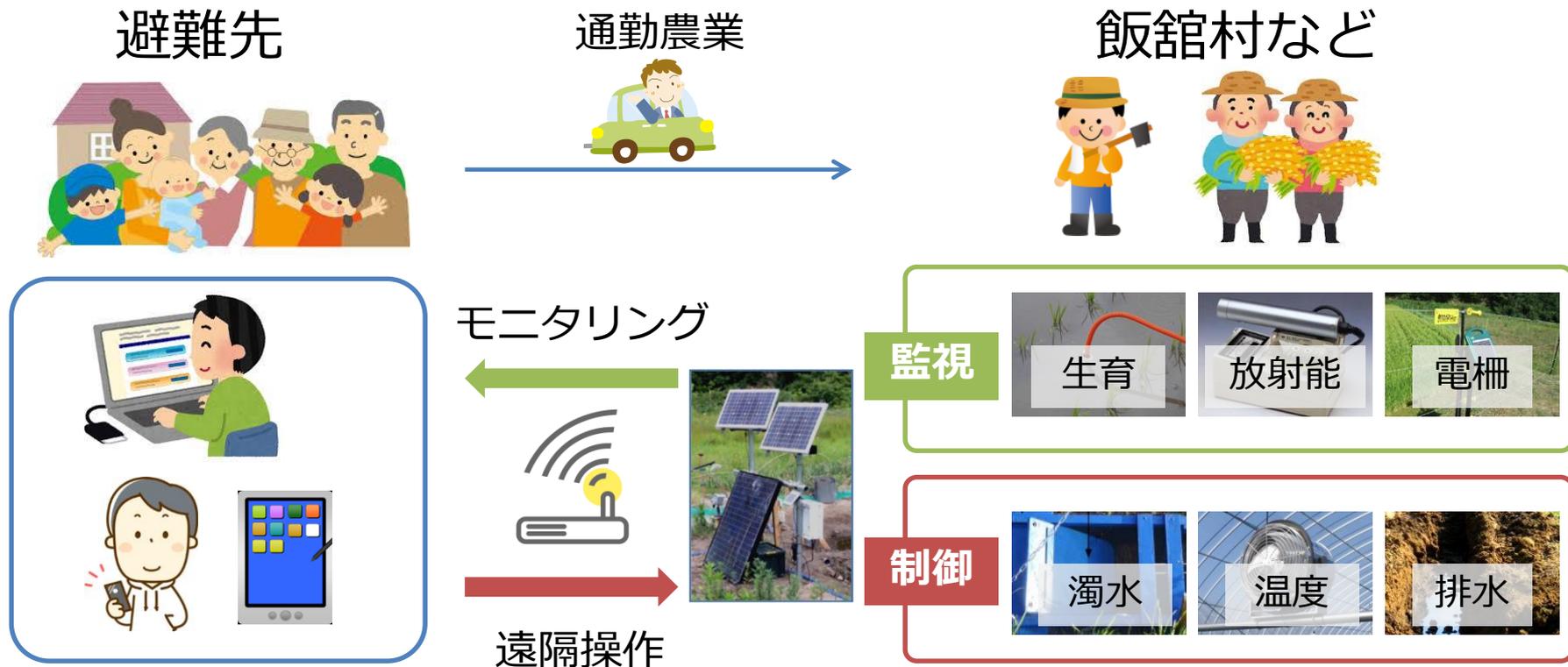
除染後の農業をどう再生するか

第7回ふくしま再生の会活動報告会(2014.10.15)より

- 客土後の農地再生
 - 土地改良後に農地の肥沃度が失われるのは当然
 - 改良技術によって農地を再生してきた
 - 農家のやる気維持が問題
- 担い手は日本農業の共通問題
 - やる気のある農家にとってはこれからの農業は面白い
 - **新しい日本型農業**を飯舘から始めるチャンス
- 現状で農家は戻ってくるのか？
 - 農業を応援する仕組みが重要
 - 農地集積バンク制度を利用しながら企業や新規農業者を呼び込む



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

過酷なフィールド動くタフなフィールドデバイス (2018)

電源・WiFiなし



太陽光パネル+LTE-SIM



フィールドWiFiリピータ



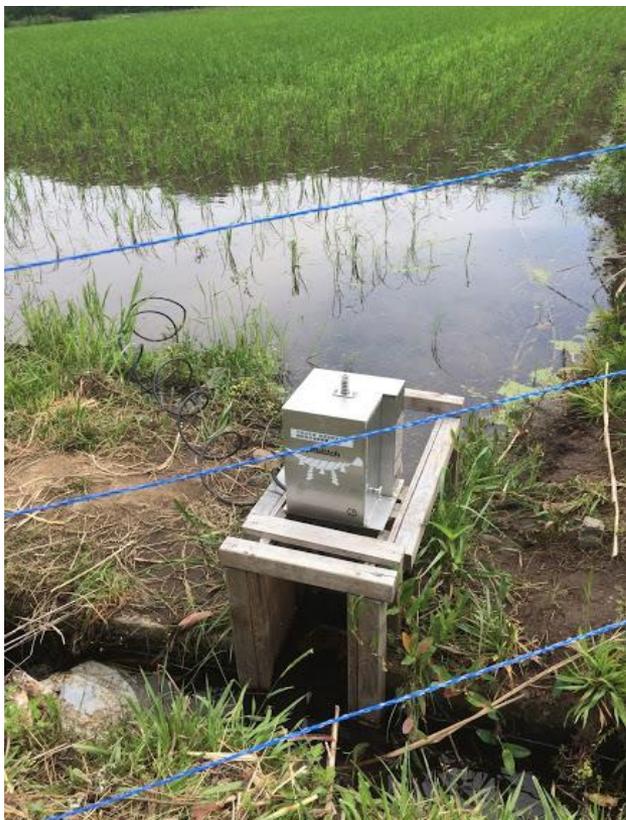
フィールドWiFiカメラ



松塚牛舎カメラ

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

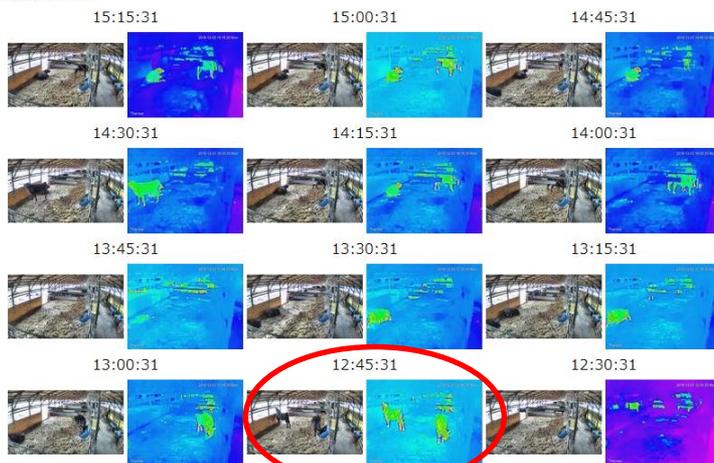
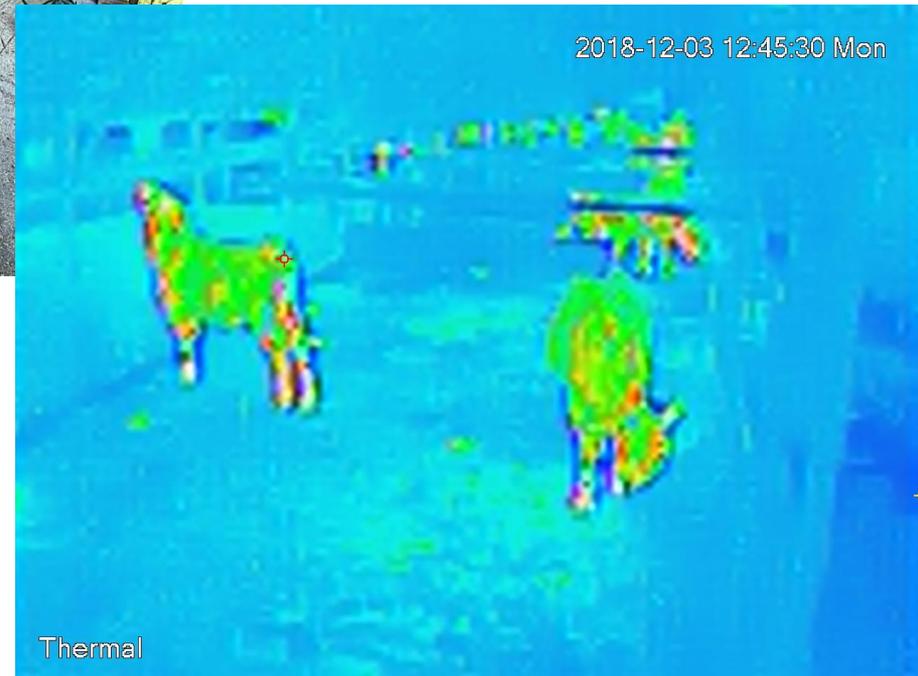


3. 水門操作

和牛（飯舘牛）モニタリング (2018)

飯舘村農業再生のシンボル

子牛の健康管理



【令和2年度予算概算要求】

<対策のポイント>

総務省と連携し、農業・農村におけるICTを活用したスマート農業等の推進に必要な無線局等を整備し、情報ネットワーク環境整備の現場実証を行います。

<政策目標>

農業の担い手のほぼ全てがデータを活用した農業を実践 [令和7年度まで]

<事業の内容>

<事業イメージ>

1. モデル事業

モデル地区を設置し、情報ネットワーク環境の整備とICTを最大限活用したスマート農業等の取組の現場実証を行います。

①ソフト事業

整備構想作成、情報ネットワーク環境活用促進、実証、効果分析等

②ハード事業

無線設備（基地局等）、通信会社回線から地域への有線通信設備等の整備

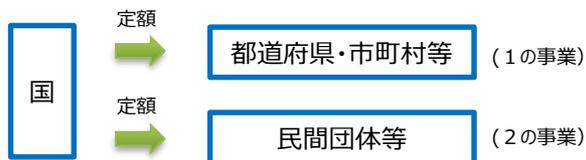
2. 取組促進・普及事業

①モデル地区の取組に対する専門的見地からの指導助言

②本実証事業等の課題等を分析・整理し、他地区へ横展開する手法について検討

※下線部は拡充内容

<事業の流れ>



○自動走行農機の遠隔監視・制御や水管理の自動化等のための情報ネットワーク環境整備*の実証



※情報ネットワーク環境整備：光ファイバ等に接続する無線局等の整備により、各ほ場の無線通信環境を確保