



2024.7.29

東海農業土木技術士会 研修会
@名古屋国際センター5F第1会議室

農業農村地域における IoTとICT利用環境整備のための 秘伝之術



溝口勝

大学院農学生命科学研究科



避難指示解除(2017.3.31)

農業と農村

農業基盤

公共事業

土・水・農村・情報

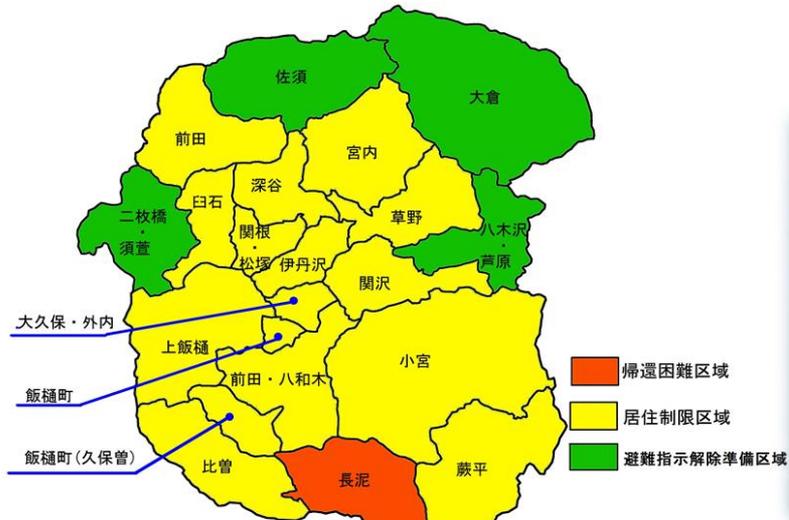
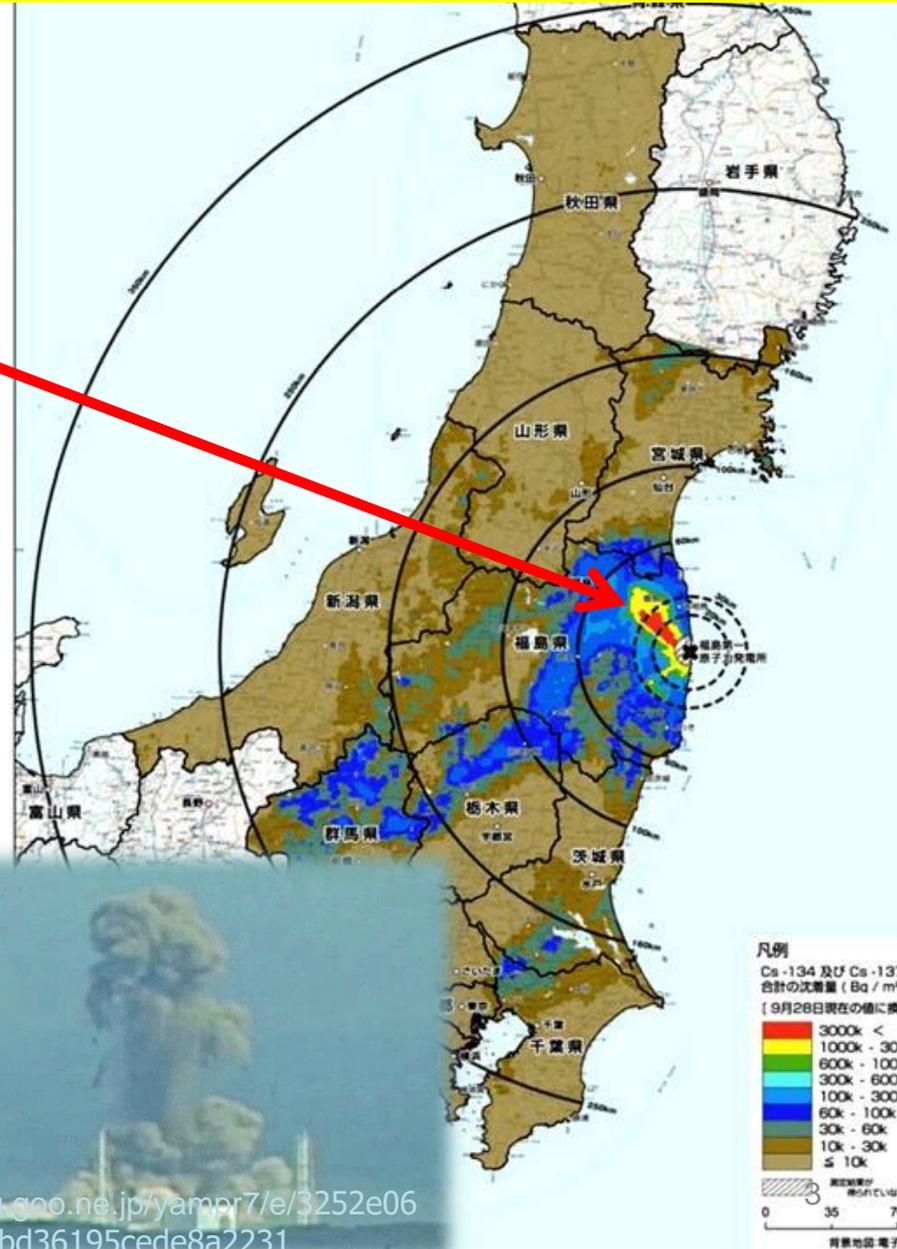
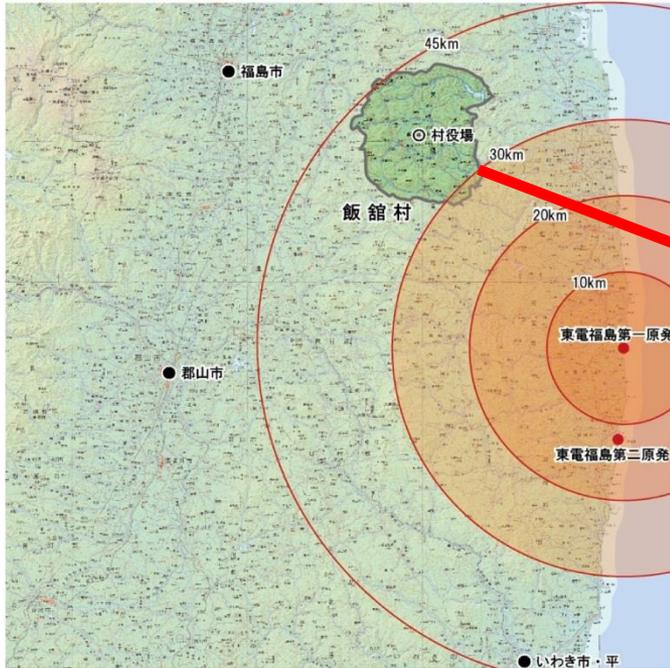


農業生産を支える
縁の下の力持ち的役割

2011年3月
原発事故



原発被災地：飯舘村



<http://blog.goo.ne.jp/yampr7/e/3252e0611ebc1eabd36195ced8a2231>

原発事故直後、いかに行動したか (溝口の場合)

2011.3.11 東日本大震災

- (2011.3.15) 東大福島復興農業工学会議の仮設立
- (2011.5.30) 粘土表面の放射性セシウムセミナー
- (2011.6.7) 簡易空間線量計プロジェクト協力
- (2011.6.11) 土壌水分センサー講習会
- (2011.6.20) ボランティア未来農水と土サポート
- (2011.6.25) 飯舘村初踏査
- (2011.7.10) 中山間地セミナー: 飯舘村の『土』は今
- (2011.7.29) 震災復興への処方箋セミナー (駒場生対象)
一農業工学でできること一
- (2011.8.30) Fukushima再生の会との出会い
- (2011.9.4) 東大福島復興農業工学会議現地調査

How do we act
for the afflicted area
after Fukushima nuclear accident?
The respective trajectories of experts and sufferers

原発事故後、
いかに行動したか
専門家と被災者の軌跡



中山間地域フォーラム5周年記念シンポジウム 『早期帰村』実現の課題—福島県飯舘村—

【テーマ】 『早期帰村』実現の課題—福島県飯舘村—
【日時】 2011年7月10日(日)14時~17時30分
【会場】 東京大学弥生講堂一条ホール

【プログラム】

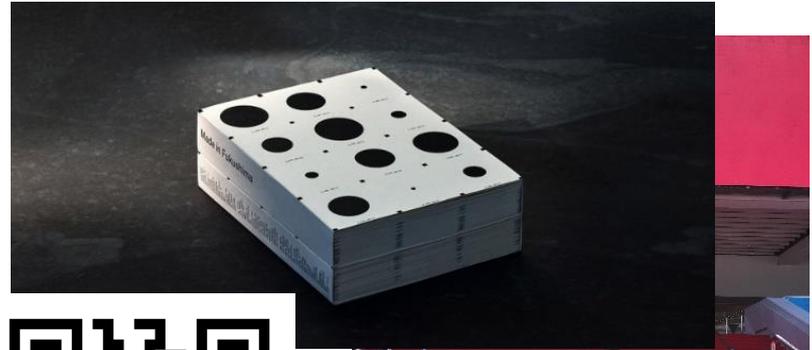
現地報告1. 「飯舘村は訴える」菅野典雄氏(福島県飯舘村村長)
現地報告2. 「飯舘村の『土』は今」溝口 勝氏(東京大学教授)



原発事故後の活動

農地除染法の開発と農業再生

- (2012.1.8) 凍土剥ぎ取り法
- (2012.4.1) 田車による泥水掃き出し法
- (2012.10.6) 東大農学部 of 学生見学会
- (2012.12.1) まいでい工法(汚染土埋設法)
- (2013.5.15) 泥水強制排水法
- (2013.5) 林地の土壌中Cs分布の調査
- (2013.6.6) 水田における湛水実験
- (2015.6.26) 除染後農地土壌の排水性調査
- (2016.5.15) 森林小河川のCs流出モニタリング
- (2016.6.24) イグネ除染実験(汚染土埋設法)
- (2017.3.21) 飯館花壇
- (2017.3.31) 避難指示解除
- (2018.3.5) 飯館村と東大と連携協定
- (2018.5.1) 純米酒「不死鳥の如く」誕生
- (2019.6) カンヌ・ライオンズにノミネート
- (2019.8) 東大むら塾がソバ栽培



各項目の内容や写真については下記URLからご覧ください。

<http://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/mizo/edrp/fukushima/201017.html>



小宮の大久保さん方

東大院生ら協力 飯館村の形の 花壇が完成

東大工学部 環境工学専攻 飯館村交流館 小宮の久保さんが3月1日解任される際、飯館村の形を花壇に再現した。花壇の完成を記念して、活動する久保さんの遺愛品を東大の学院生らに後押しした。

大久保さん(前列左から2人目)方で花壇を整備した東大大学院の学生ら。前列左端が飯館さん

二坪の巨匠で完成した。飯館さん(前列左から2人目)方で花壇を整備した。東大大学院の学生ら。前列左端が飯館さん。花壇の完成を記念して、活動する久保さんの遺愛品を東大の学院生らに後押しした。



飯館村が東大と連携協定



不死鳥のゆくゆく

フレイ、いいたて!

YouTube
飯館村交流館・2017.8.26

<http://madeiuniv.jp/phoenix/>



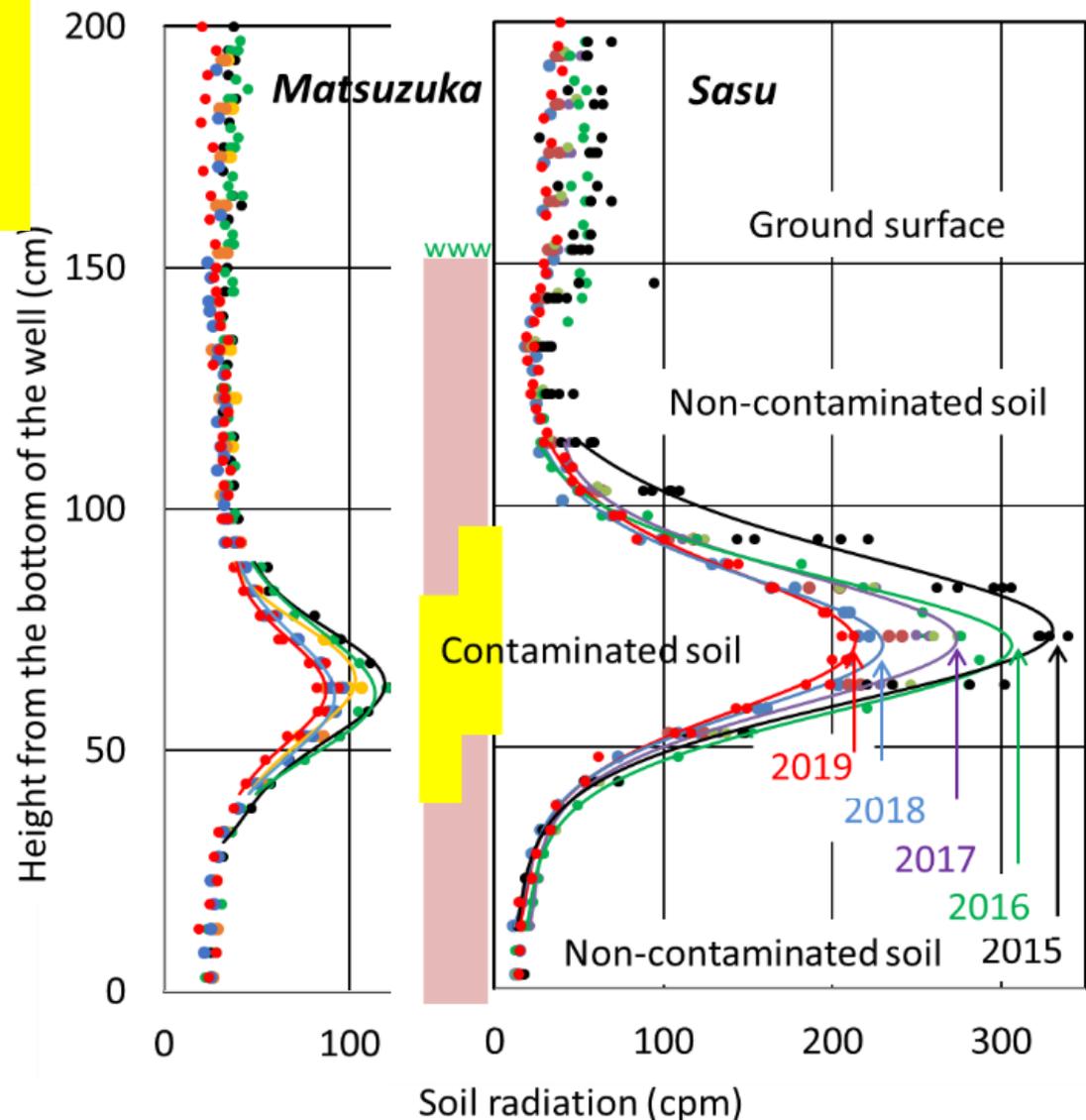
<https://www.iai.ga.a-u-tokyo.ac.jp/mizo/edrp/fukushima/saisei/likeaphoenix.pdf>

飯館村ふるさと納税 返礼品

埋設汚染土の放射線量

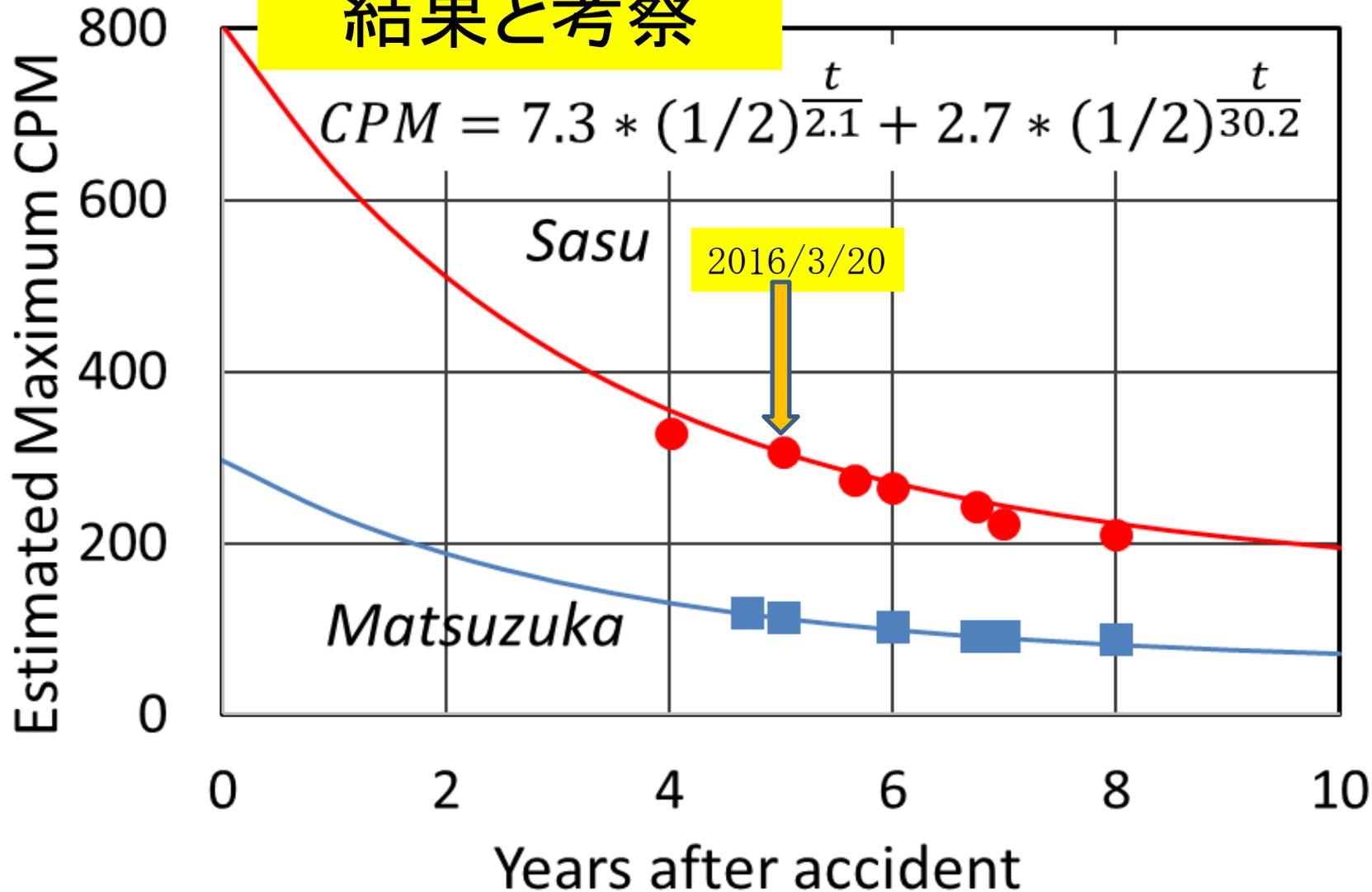


汚染土の埋設(2014.5.18)



- セシウムは土壤中でほとんど移動していない
- 土壌放射線量は理論通りに自然減衰している

結果と考察



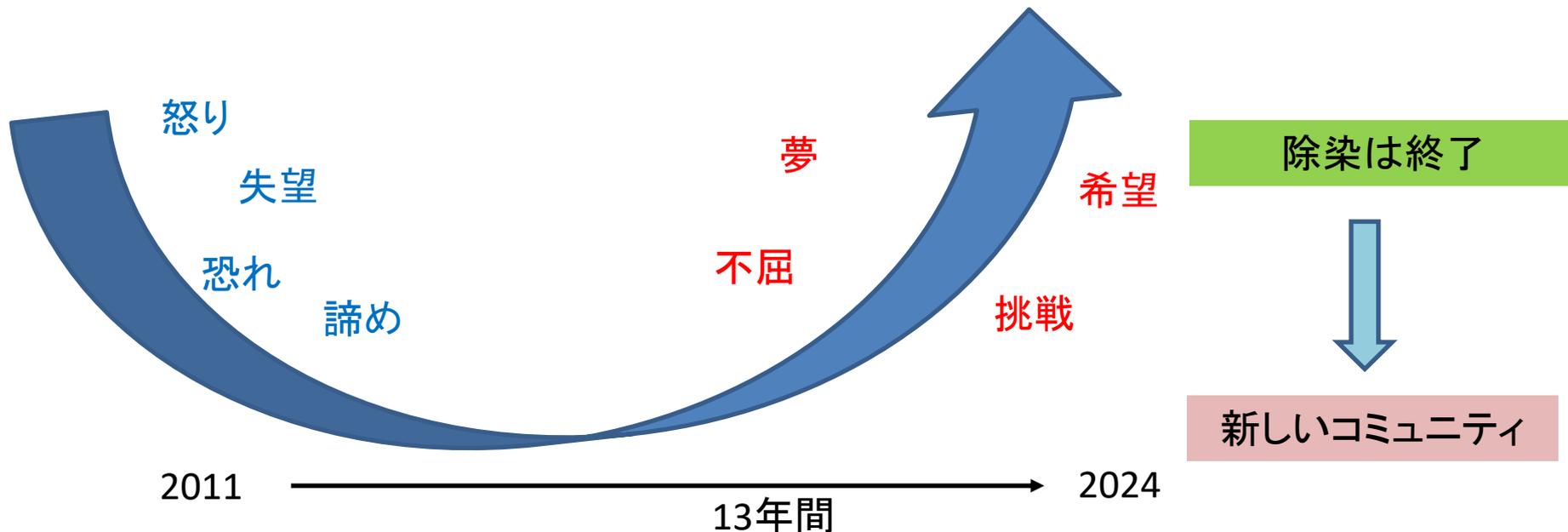
- ①原発事故直後に放出されたCs134とCs137の比率を1:1
- ②半減期を2.1年 (Cs137), 30.2年 (Cs137)
- ③Cs134とCs137の放射線量に与える影響の割合を7.3:2.7 と仮定

復興農学

RESILIENCE AGRICULTURE

- レジリエンス(回復力):
 - 何か困難なことや悪いことが起こった後でも、再び幸福になったり、成功したりする能力 (英英辞典)
- Resilience: the ability to be **happy, successful, etc.** again after something difficult or bad has happened (Cambridge Dictionary)

復興: Reconstruction → Resilience(回復力)



現在の活動

- 農業を再生する
 - [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](#)
 - 生産者と消費者をつなぐ
 - 堆肥による土壌肥沃土の回復
- 風評被害を払拭する
 - 飯舘村における農業再生と風評被害払拭のための教育研究プログラム
 - [飯舘村における将来世代への復興知継承に向けた教育研究プログラム](#) (YouTube)
- 福島復興知を定着させる
 - [福島復興知学講義\(全学自由研究ゼミナール\)](#)
 - [福島国際研究教育機構](#)

除染後の農業をどう再生するか(2014～)

- 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
 - 農家のやる気をどう維持するか
- 担い手不足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館から始めるチャンス
- 新規就農者をどう呼び込むか？
 - 農業を応援する仕組みが重要
 - ICT/IoT農業の実践
 - 通信インフラの整備



自然との共生 鳥獣害モニタリング



[音に驚いて逃げるイノシシ\(動画\)](#)



[雪上の自分の足跡上を戻るサル\(動画\)](#)

農地の地力回復と獣害対策

- IoTセンサーを用いた堆肥づくり
 - 除染作業で失われた地力を回復する

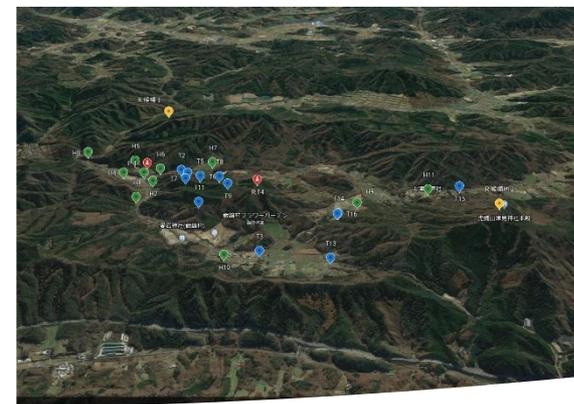
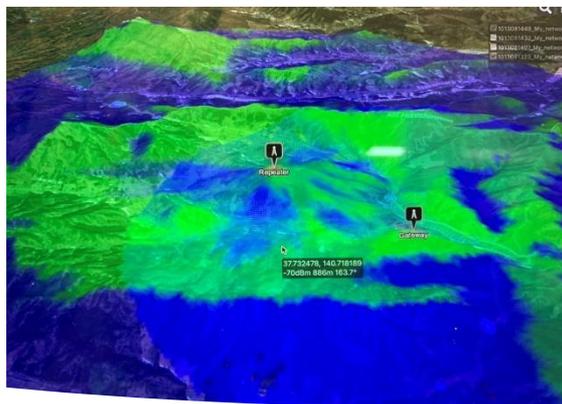
- 線をかじるタヌキ

<https://www.youtube.com/watch?v=egxkBRUIwuU>

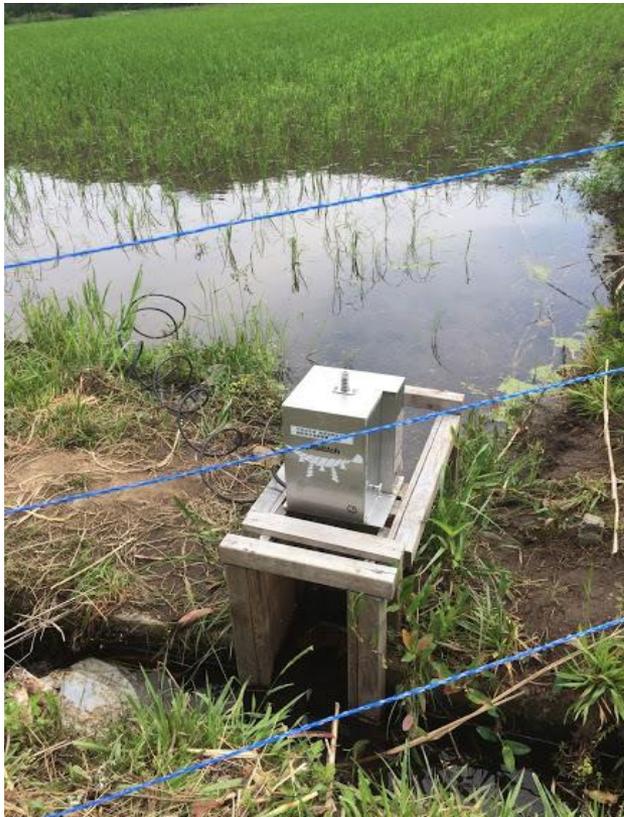


- 通信技術を利用した動物モニタリング
 - サルやイノシシから農作物や田畑を守る

<https://www.youtube.com/watch?v=uv9StLAzcNM>



酒米水田用水の遠隔操作 (2018~)



1. 水門設置

2. WiFiカメラ

3. 水門操作

飯館の日本酒で世界制覇

純米酒「復興」

虎捕山の麓から 飯館再生のために
スマート農業のテクノロジーで育てた酒米から純米酒が誕生しました

生酒



火入れ

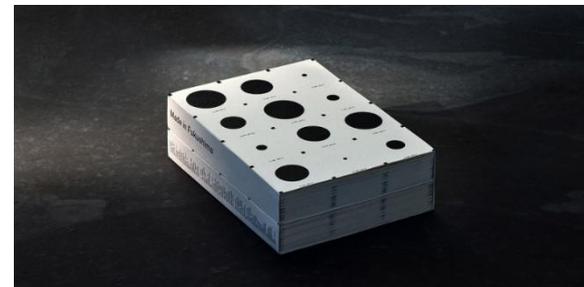


フィールド WiFi カメラによる酒米水田の監視



遠隔操作で水管理するための自動水門

カンヌ作品



2019/6/19

提案(2012), 実現(2018~)

次世代教育と世界に向けた情報発信



土壌博物館(2018.4.29)

ドロえもん博士の
ワクワク教室
([Kindle版](#))



高校生のための現地見学会
([2019.9.14-15](#))



What are we to do with the contaminated soil?
Stripping and burying the soil will protect you from radiation.

It's only soil on the surface, so should I strip it?

Instead of collecting and putting them in a bag, there is also a way to bury them deep in the ground.

Radiation dose when Burying Cesium-Contaminated Soil

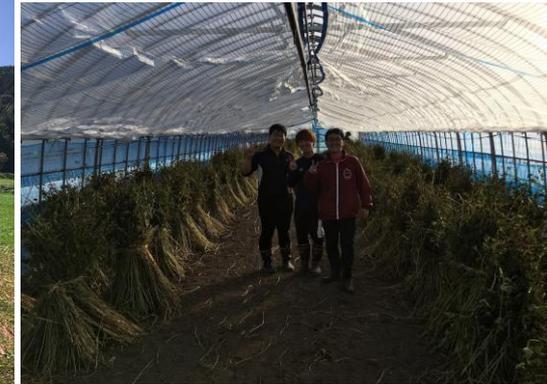
Does cesium contamination disappear by bagging it or burying it deep in soil?!

The Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries has recommended three methods of decontaminating agricultural land, according to the degree of radioactive cesium contamination. Stripping topsoil (if containing 10000 Bq / kg or more), muddy water removal (if containing 5000-10000 Bq / kg), and reversal tillage (if containing 5000 Bq / kg or less); however, the method used most frequently was stripping topsoil. The contaminated topsoil was collected by stripping away the top layer of soil and putting the topsoil into giant 1 m3 flexible container bags (Flexi-con bags) used for packing bulk soil or similar material. Then, the filled flexi-con bags were transported and stored (4 to 5 tons high) at temporary storage sites. At each site, other flexi-con bags filled with uncontaminated sand were placed along the sides of the bags containing contaminated soil to reduce the radiation dose (~+23 times). Such flexi-con bags were piled up in target quantities at the temporary storage sites, but they are gradually being removed to the intermediate storage sites.

On the other hand, reversal tillage (plowing to replace surface soil with subsoil) is a method in which the upper and lower soils are inverted using agricultural machinery and the contaminated soil is buried deep within the same sites. If this method was used according to the criteria by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, the volume of contaminated soil in flexi-con bags could have been significantly reduced. However, it was rarely adopted due to the concerns that radioactive cesium remaining in the ground would move underground and contaminate the groundwater.

Dr. Doroemon actually buried the contaminated soil at a depth of 50.00 cm underground and put uncontaminated soil over it. Even now, we regularly measure the radiation dose at various depths, but we confirmed that the buried radioactive cesium does not move and that the radiation dose at ground level remains low (upper right figure).

東大むら塾 (蕎麦栽培@比叢) 2019



福島復興知学スタディツアー

(1) 2022.8.17-19 (2) 2022.11.19-21



福島第一原発(11.19)



飯舘村農業体験(11.20)



飯舘村牛舎見学(11.20)



飯舘村村長対話(8.19)



飯舘村農家対話(11.20)



豊かな牛丼試食(11.20)

農業農村地域における
IoTとICT利用環境整備のための
秘伝之術

目的

- 魅力ある農業農村生活様式の実現
 - 半農半Xやスマート農業等
- 通信インフラ整備が不可欠
 - 中山間地域では山林がその整備を阻止
- IoT/ICTを利用する術を伝授
 - 個人宅のWiFiを拡張
 - 複数のWiFi中継器を適切に配置
 - Starlink衛星インターネットの利用

農業農村における情報通信環境整備（農村振興局整備部地域整備課）

地域活性化・スマート農業

地域活性化

活性化施設の
公衆無線LAN



農業体験等での活用



スマート農業
自動走行農機
での活用



鳥獣害センサー

農業農村インフラの管理の省力化・高度化



集落排水施設の監視



農道橋の監視



排水機場の
監視・制御



分水ゲートの
監視・制御

中山間地域 & 高齢者用の
スマート農業が必要

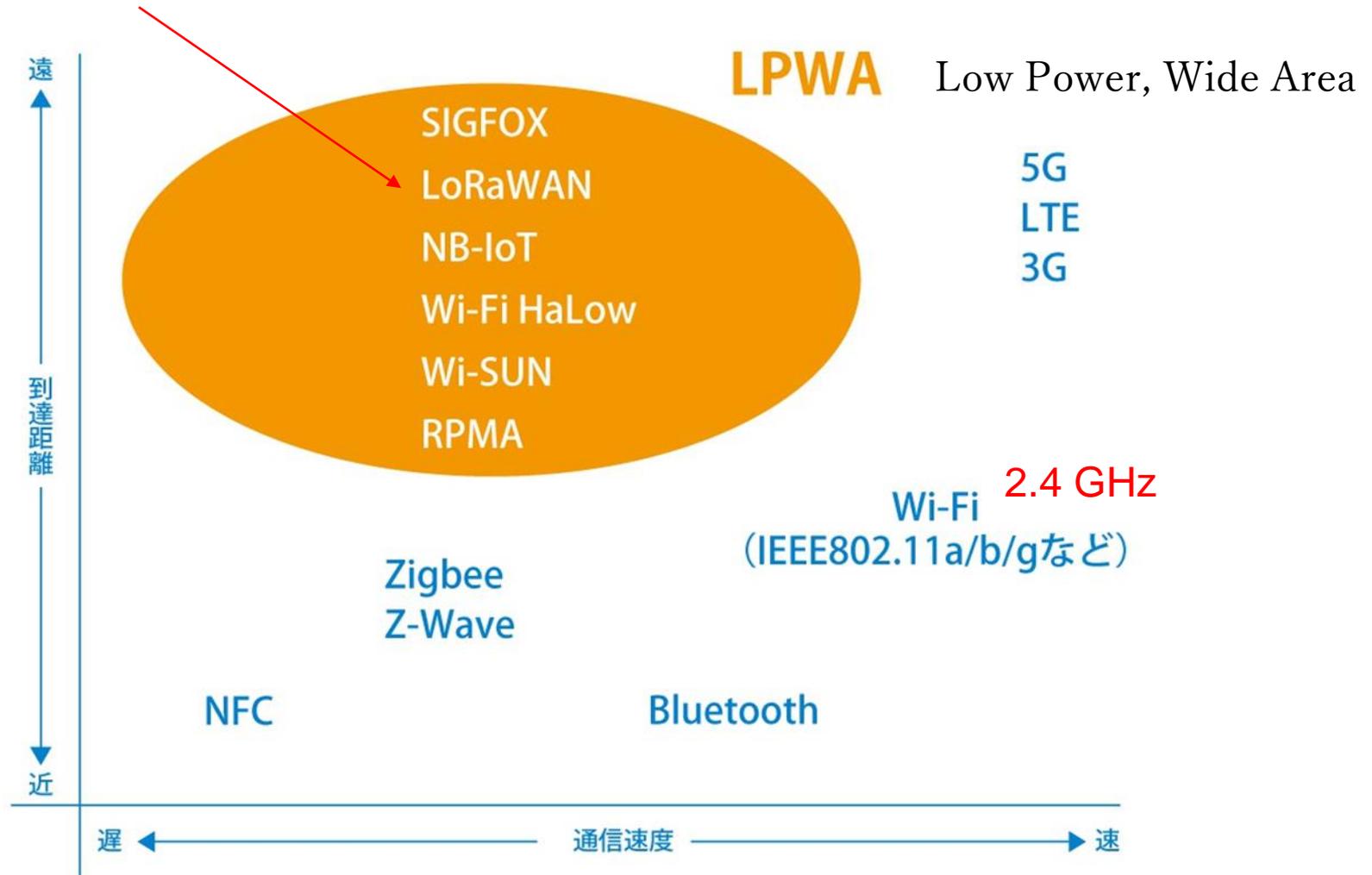


※ 無線基地局は地域の実状を踏まえて適切な通信規格 (LPWA、BWA、Wi-Fi等) を選定

LoRa

Long Range

WiFi: 高速大容量・短距離通信
LoRa: 低速小容量・長距離通信



(1)WiFiとLoRaの使い分け

- **WiFi:**
 - EAP225-OutdoorV1 (屋外) TP-Link社
 - OC200 V1 (屋内) Omadaコントローラー
- **LoRa:**
 - ES920GWX2, EASEL社
- **屋内の100V商用電源**を使うことを前提
 - 中山間地域の屋外で電源を得るのは難しい
 - 中継器の電源を太陽光発電により確保



Gateway
ES920GWX2

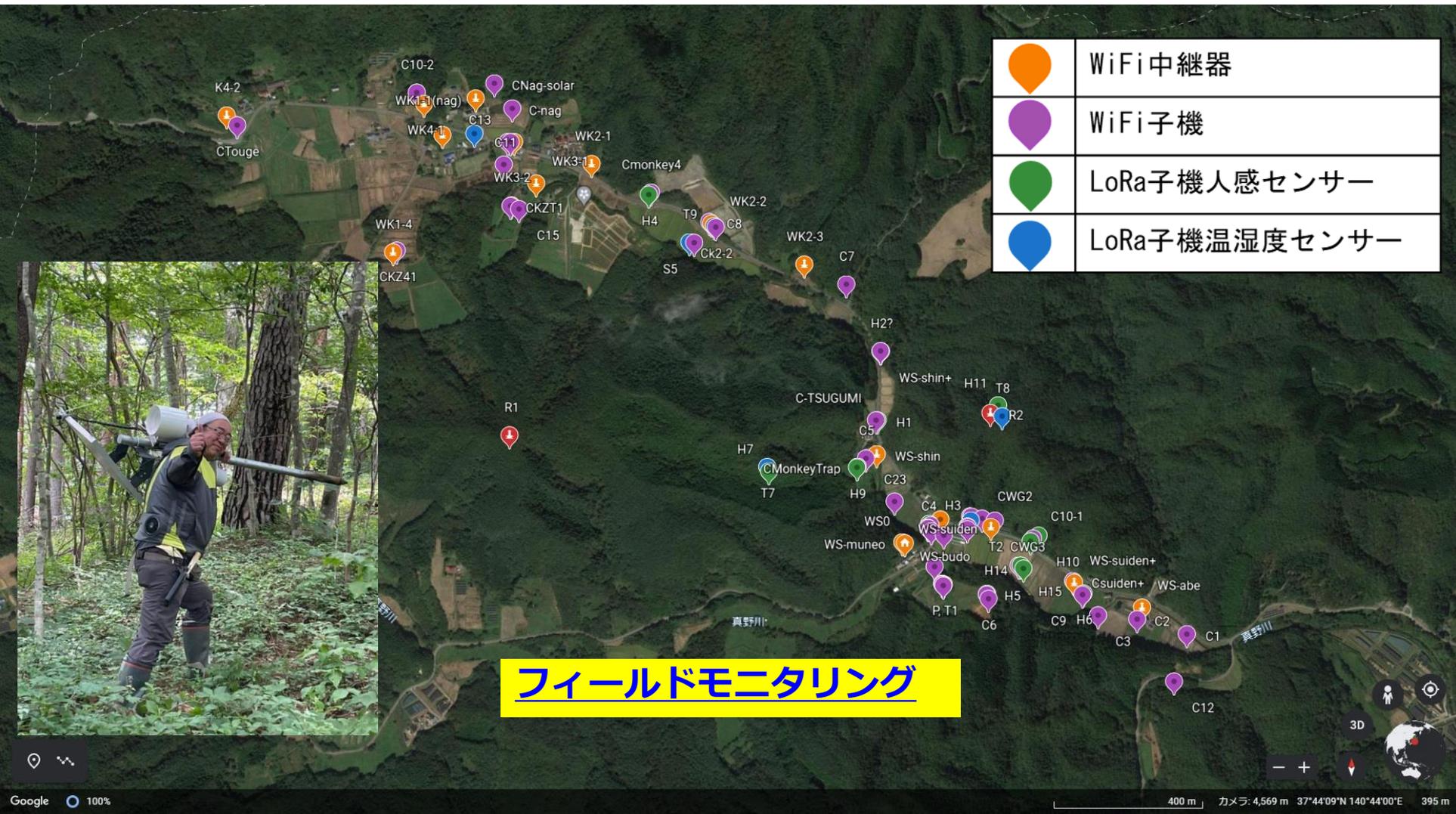
(2)中継器の設置

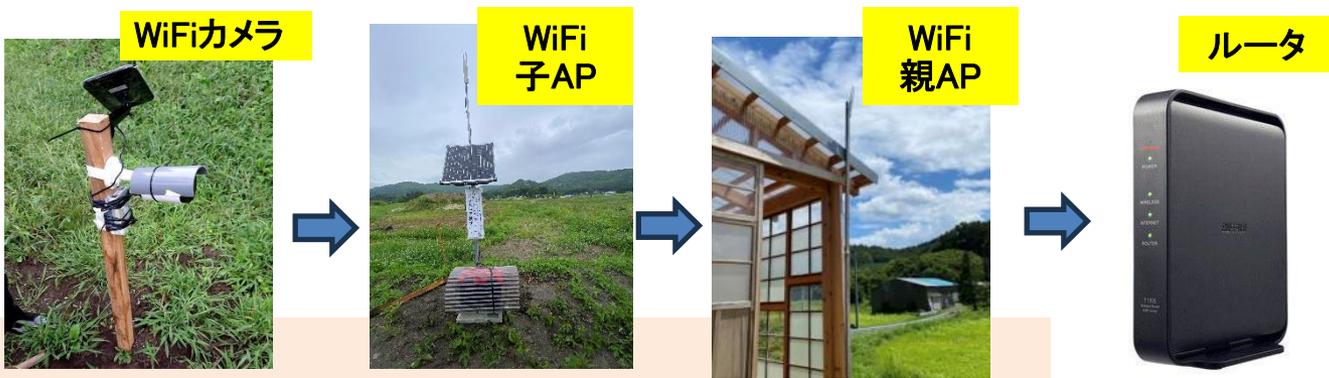
- 電源部(太陽光パネル、鉛蓄電池、電源制御盤)と通信部(アンテナ)で構成
- 天候に応じて中継器の消費電力を節約するために遠隔操作で通信時間帯を変更可能
- 大容量の鉛電池(約20kg)を担いで山林内の電池交換作業は**かなり重労働**



事例1: 飯舘村における動物モニタリング(2022~)

川澄大樹・張テイ・杉野弘明・溝口勝2023. PIR カメラを用いた中山間地域における動物モニタリング手法の開発. 復興農学会誌. 3 (2). 46.

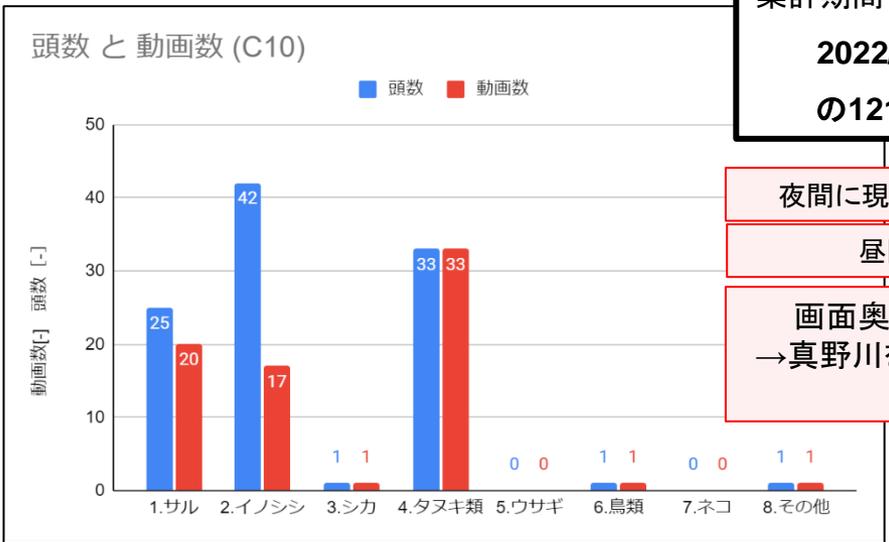




動画データ

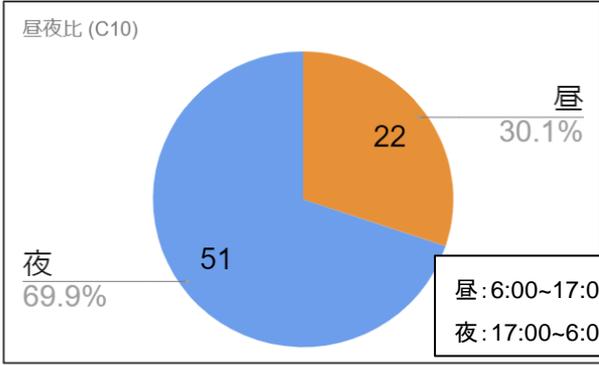
3. 結果 — 撮影動画の集計 —

3-3-2. 映り込んだ動物種別の動画数 カメラ C10



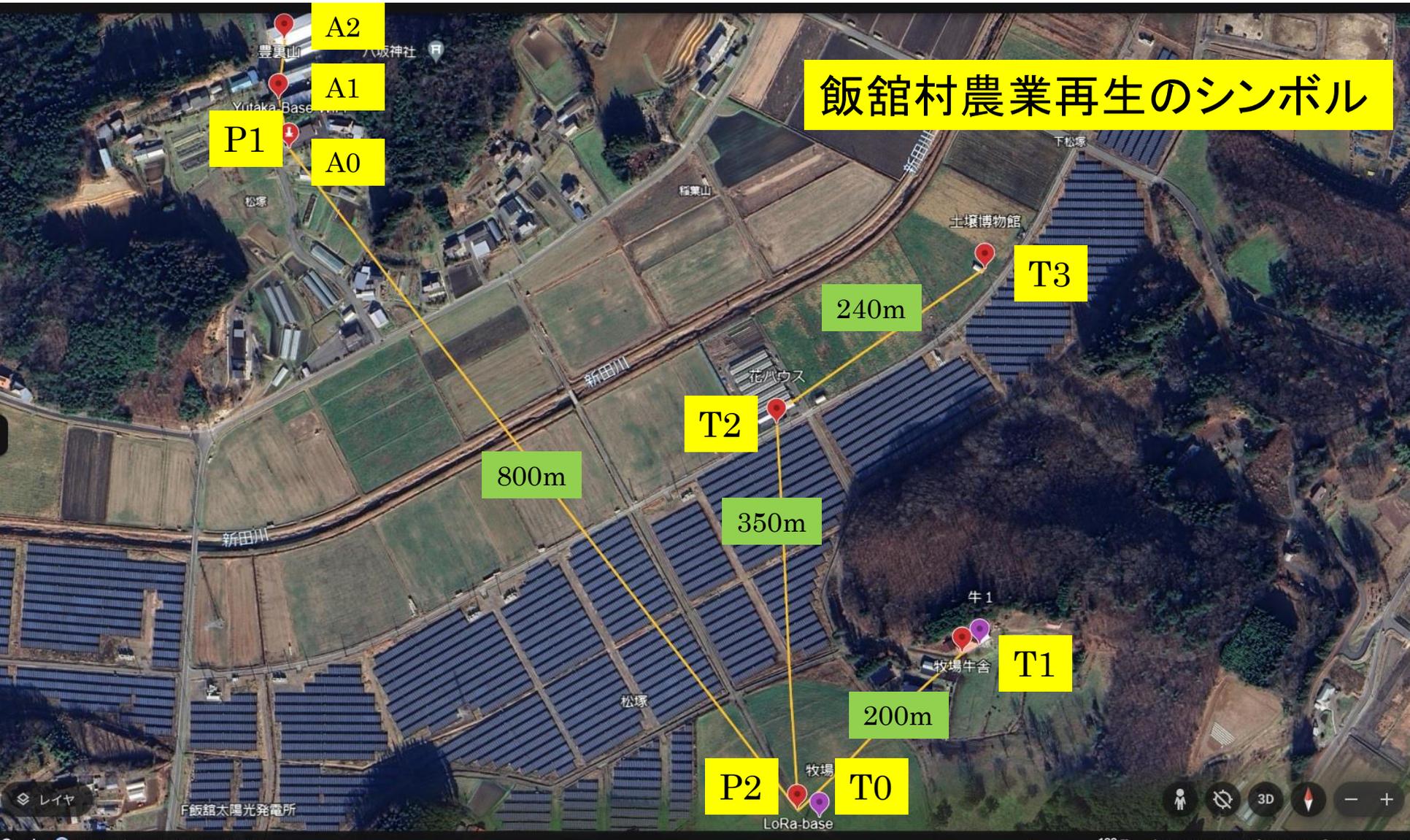
集計期間:
2022/8/22~2022/12/20
 の121日間 (約17週間)

- 夜間に現れるイノシシとタヌキ類
- 昼間に現れるサル
- 画面奥側へ移動するサル
→真野川を渡り農地に往来している可能性



事例2: 和牛(飯舘牛)モニタリング (2024~)

飯舘村における長距離WiFiメッシュネットワーク農場の実証実験 (農業農村工学会発表予定@弘前大)



P2→P1のパラボラ
WiFiアンテナ経由で
780m離れた牧場から
届いた動画



畜舎モニタリング

T1 →P2→P1経由
で畜舎から届いた
牛の動画



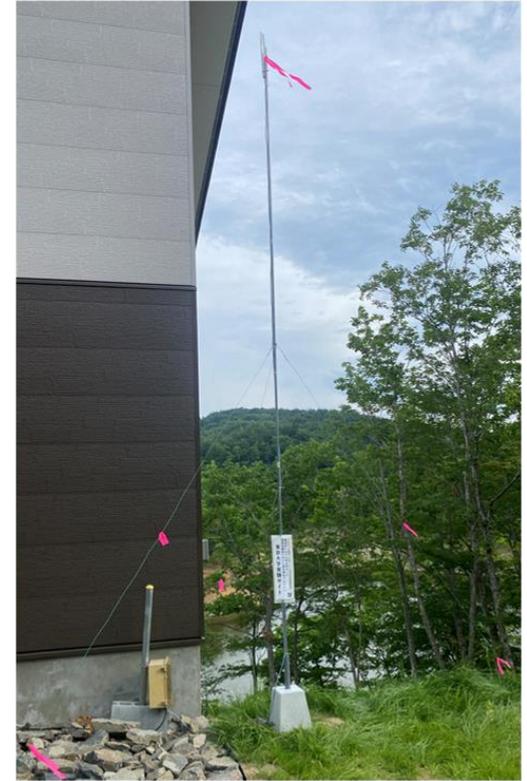
事例3: キャンプ場へのフィールドWiFi拡張 (2024.6)

飯舘村におけるフィールドWi-Fi拡張実験

復興農学会誌 第4巻第2号(2024年7月31日掲載予定)



中継器 AP (アクセスポイント)



中継器の動作確認

(K0)DE-FC-E6親	EAP225-Outdoor	192.168.1.18	接続済み
(K1)B2-EB-4C	EAP225-Outdoor	192.168.1.22	接続済み
(K2)1A-E9-FA	EAP225-Outdoor	192.168.1.23	接続済み
(K2-1)E7-84-0C(管...	EAP225-Outdoor	192.168.1.36	接続済み
(K3)1D-34-BE	EAP225-Outdoor	192.168.1.25	接続済み
(P1)1D-36-2C	EAP225-Outdoor	192.168.1.70	接続済み
(P2)EC-5E-6C	EAP225-Outdoor	192.168.1.69	接続済み

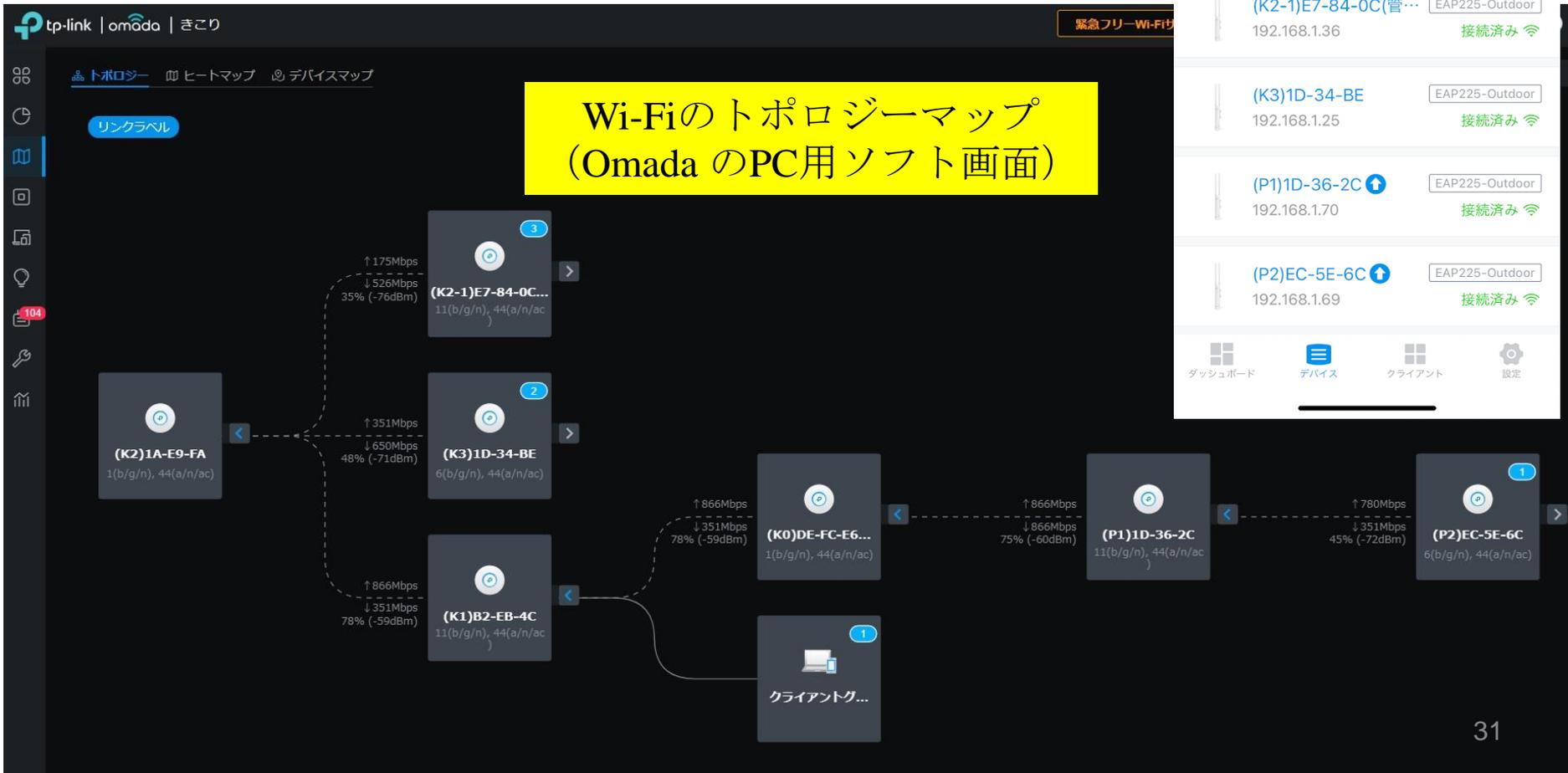


表1 AP間の距離(m)と通信強度(dBm)

キャンプ場経路	K0	<100>	K1	<205>	K2	<42>	K3
信号強度(dBm)		-60		-76		-68	
管理事務所経路					K2	<70>	K2-1
信号強度(dBm)						-75	
公園広場経路	K0	<105>	P1	<290>	P2		
信号強度(dBm)		-60		-66			

<数字>はAP間の距離 (m) 信号強度(dBm)は天候によって±2程度変動する



表2 主な機器・機材と概算費用

	種別	機種	数量	単価(参考)	合計
1	無線アクセスポイント (屋外用)	EAP225-Outdoor	7	¥22,300	¥156,100
2	コントローラー	OC200	1	¥17,980	¥17,980
3	WiFi無線LANルーター	WSR-1166DHPL2	1	¥3,980	¥3,980
4	防犯カメラ	Argus ECO+SP	2	¥9,000	¥18,000
5	防犯カメラ	E1 Outdoor	3	¥13,000	¥39,000
6	LANケーブル(20m)	CAT6A	2	¥1,710	¥3,420
7	LANケーブル(10m)	CAT6A	2	¥1,370	¥2,740
8	単管パイプ等の部材	1.5m	4	¥900	¥3,600
	合計				¥244,820
	注：記載した機器や部材は参考価格				



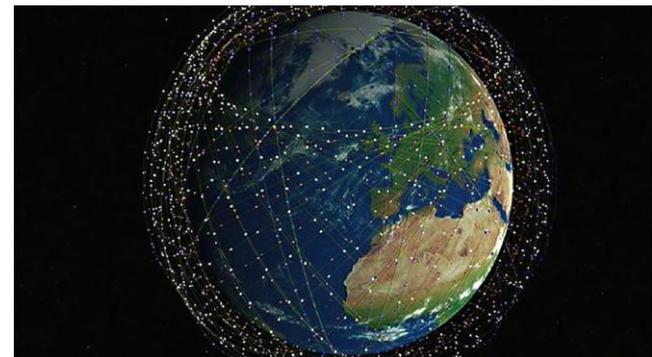
屋外用APアンテナ設置のコツ

- 屋外用APアンテナは風雨で向きが変わってしまい、通信強度が低下する
- このような場合はアンテナが折れないように2本のアンテナをガムテープで固定すると良い
- ポールにAPアンテナを取り付けて電柱に立てかける際には電柱が通信の陰にならないような配慮が必要
 - 実際、昨年度設置した別地区のアンテナ角度を少し修正しただけで格段に通信が良好になった
- WiFiカメラの通信環境が悪い場合には延長ケーブルを使ってアンテナを高くするだけで通信が良くなる



衛星インターネットの利用

- Starlink衛星インターネット
 - スペースX社の衛星ネットワークによるインターネットサービス
 - 山奥でも空が見えれば利用可能
- Starlink + 中継器 (AP) + 電源BOXのセット
 - 同様にWiFiを拡張できる



<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00001/08528/>

<https://k-tai.watch.impress.co.jp/docs/news/1610259.html>

能登半島の現場視察(写真)

2024.3.13
七尾市、輪島市





復興のヒント = 結(ゆい)の精神



まとめ

- 情報通信技術（ICT）が農業農村を変える
 - 農業農村DXの推進
 - AIやICT/IoT
 - 特に、生成AI（ChatGPTなど）
- 決め手は通信インフラ整備
 - 個人宅WiFiをフィールドに拡張する技術
 - 衛星インターネットの利用
- コンサル業界が土・水・環境に加えて通信インフラ整備を事業化してくれることに期待したい

参考資料

- みぞらぼ [Mizo lab](#)

- [飯舘村モニタリング](#)
- [飯舘村現場写真集](#)
- [みぞらぼトピック](#)



検索＝みぞらぼ

- [原発事故後の農業と地域社会の再生](#),

- 農村と都市をむすぶ, No.854, pp.40-51, (2023)

- [ドロえもん博士の震災復興](#)

- (NHKラジオ深夜便▽明日へのことば)

- [私の土壌物理履歴書](#) (土壌物理学会誌2015.8)

- 東大TV

- [除染後の農地と農村の再生](#) (2015.11.14)
- [飯舘村に通いつづけて8年半-大学と現場をつなぐ農学教育](#) (2019.11.16)
- [第2回農学部オンライン公開セミナー セッション2_2](#)
 - [農業土木関係の取組み](#) (2020.10.17)



(おまけ) 飯館村とハチ公

- ハチ公(1923-1935)の飼主
 - 上野英三郎博士(1872-1925)
 - 東大農学部の教授
 - 農業工学(農業土木)



[いいってハチ公そばの秘密](#)

- 上野先生とハチ公コレクション
 - [ホームページ](#)

- ハチ公は本当に忠犬だったのか?
 - [要旨](#), [Abstract](#), [パワポ](#)



[上野ハチ公ラーメンの秘密](#)