

福島原発事故被災地に通り始めて7年半 ーシニアボランティアから学ぶことー

溝口勝



大学院農学生命科学研究科（教授）
認定NPO法人ふくしま再生の会（副理事長）

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



「天空の城ラピュタ」から I ♥ Soil

- いま私たちは何ができるのか？

基礎学に立脚した現場主義

復興農学

凍土剥ぎ取り法による農地除染
(2012年1月)



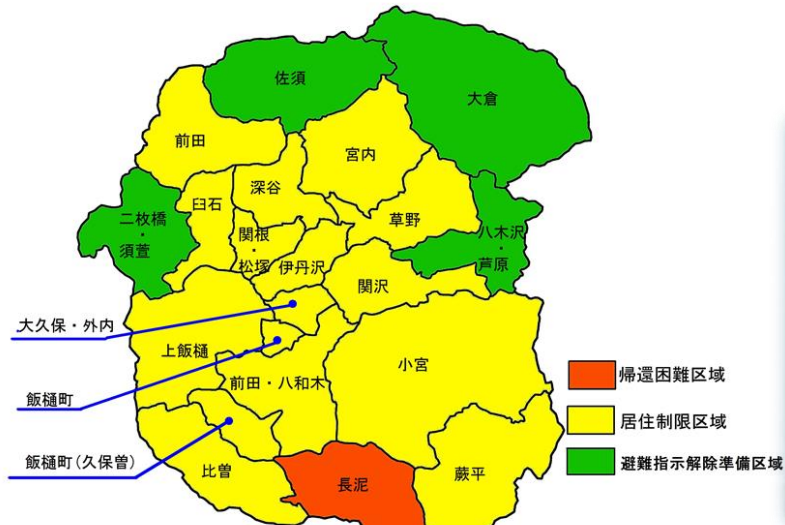
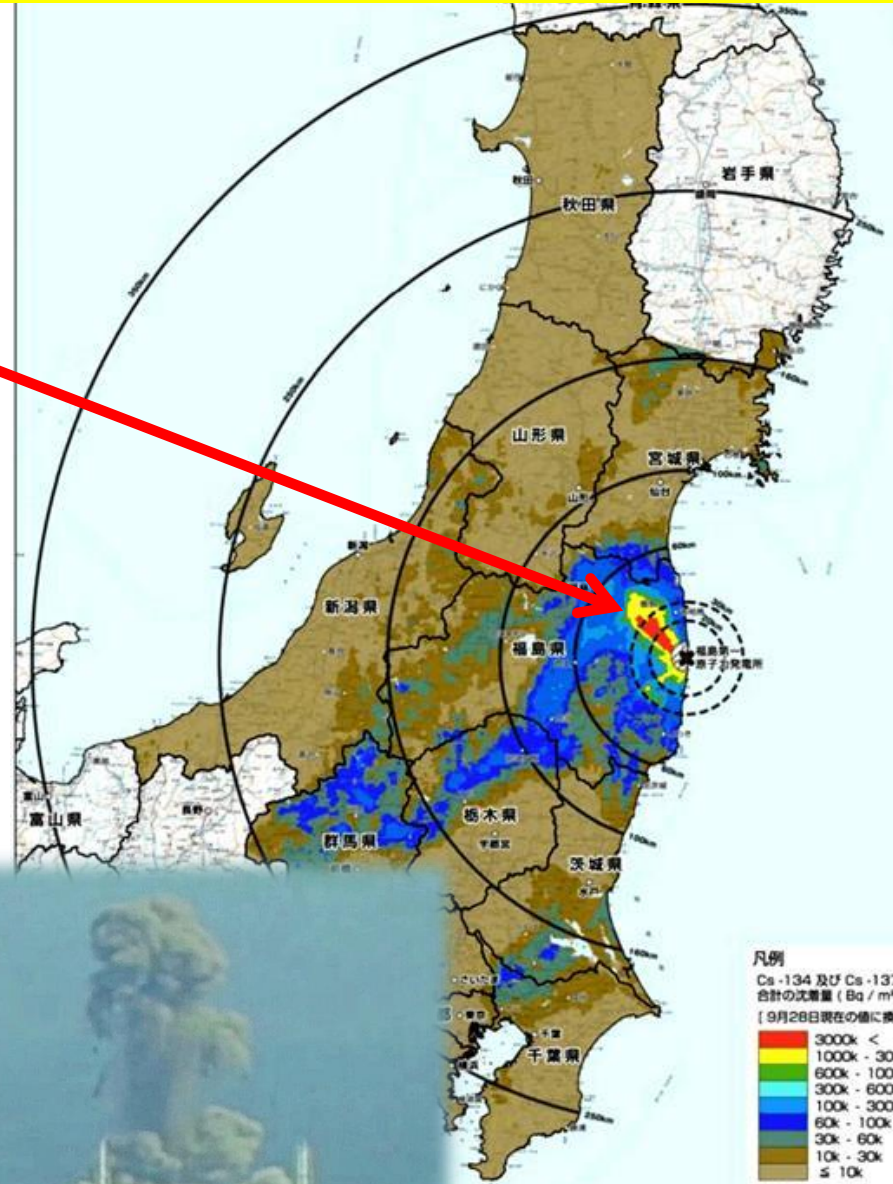
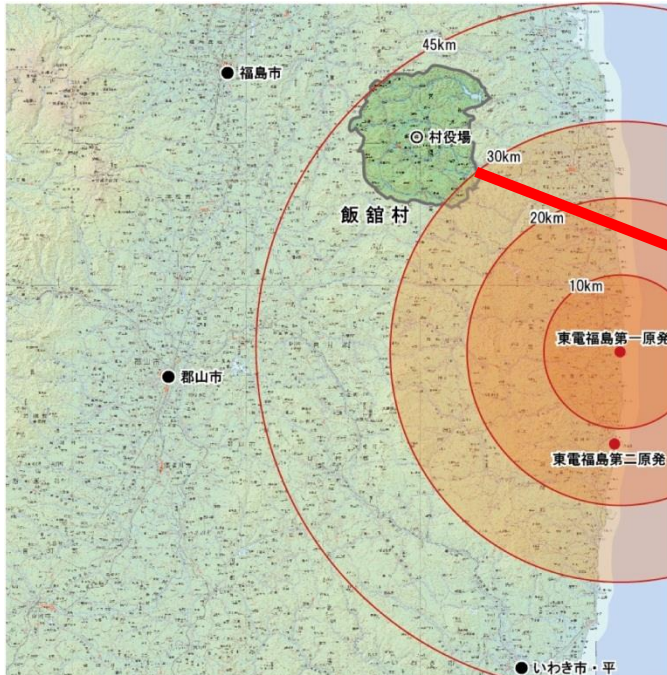
飯館村の水田土壌調査
(2012年2月)

原発事故後、いかに行動したか

2011.3.11 東日本大震災

- (2011.3.15) 東大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
—農業工学でできること—
- (2011.8.30) ふくしま再生の会との出会い
- (2011.9.4) 東大農業工学会議現地調査

飯舘村の場所



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

凡例
 Cs-134 及び Cs-137 の
 合計の式量 (Bq / m²)
 [9月28日現在の値に換算]

Red	3000k <
Yellow	1000k - 3000k
Orange	600k - 1000k
Light Green	300k - 600k
Green	100k - 300k
Light Blue	60k - 100k
Blue	30k - 60k
Dark Blue	10k - 30k
Brown	≤ 10k

0 35 70 km
 環境省 原子力安全院

飯舘村（原発事故前）

福島県相馬郡飯舘村



飯舘村HP

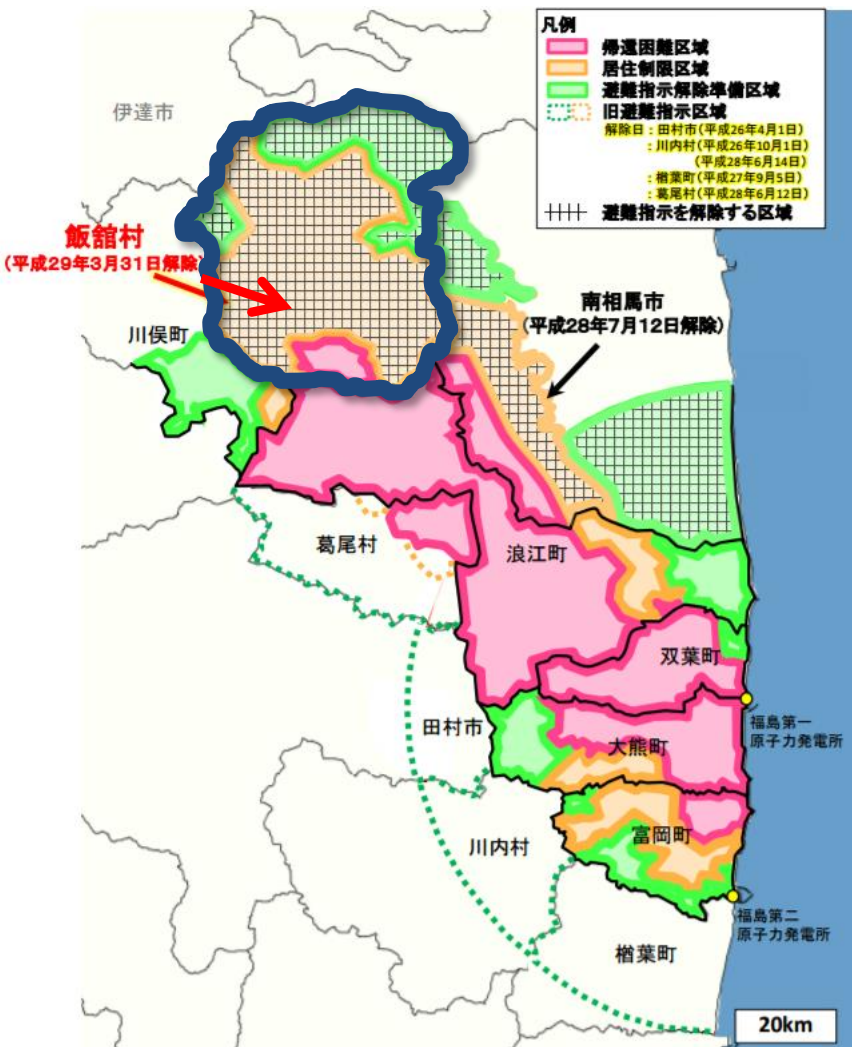
人口 約6000人
標高 400-600m
“**までい**”な生活文化

黒毛和牛「飯舘牛」
米
高原野菜
花き（トルコギギョウ）



毎日新聞HP

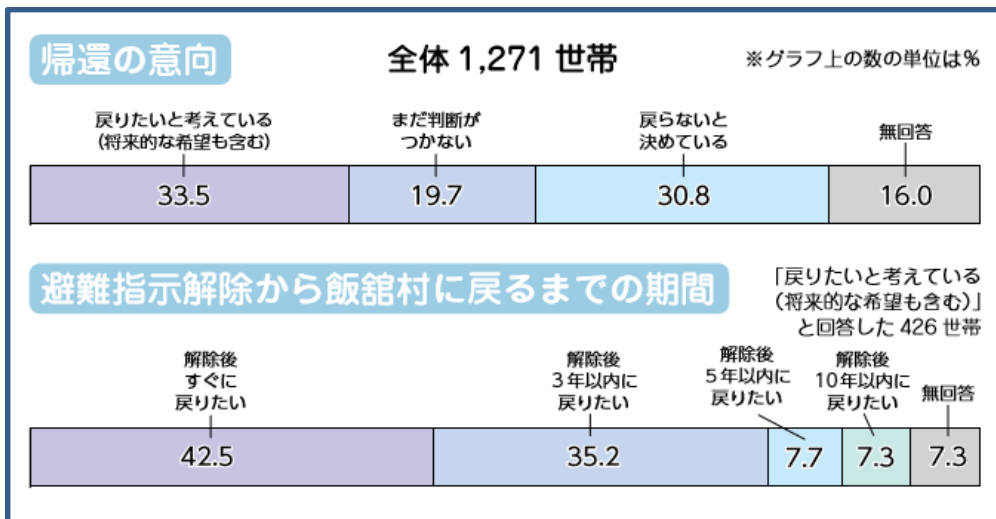
飯舘村（原発事故後）



経済産業省HP

平成23年4月22日
全域に避難指示

平成29年3月31日
一行政区を除き避難指示解除



広報いいたて

飯舘村での東大農学部（農学生命科学研究科）の活動



生きる。ともに

東京大学
東日本大震災における
救援・復興支援活動レポート

福島復興農業工学会議（土壌汚染の農業工学的研究）

東大農学部有志が
現地調査活動を開始
（2011年6月）

飯舘村 ⇒ 東大農学部
研究調査活動への協力要請
（2012年9月）

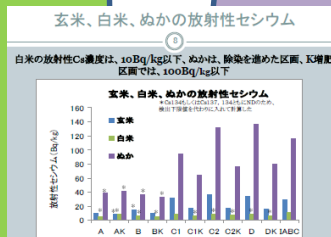


東大農学部の学生見学会(2012.10.6)

飯舘村—NPO法人—東大農の連携



農業委員会



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



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

農学生命科学研究科
(農学部)

RI施設



村民との信頼関係

村・民・学連携によるこれまでの成果



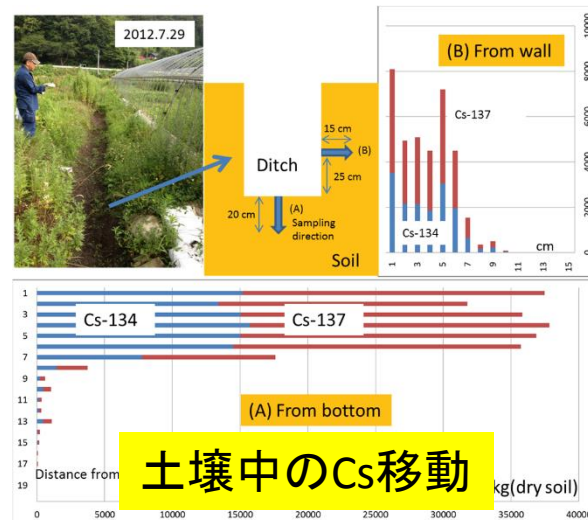
除染法の開発



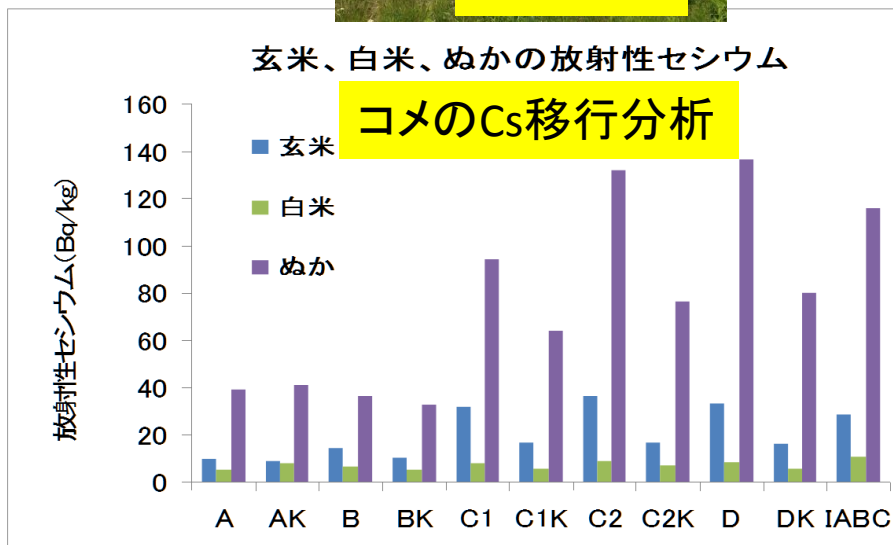
除染法の開発



試験栽培



土壌中のCs移動



Images

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

2014/5

Mon Tue Wed Thu Fri Sat Sun

5/19 5/20 5/21 5/22 5/23 5/24 5/25 5/26 5/27 5/28 5/29 5/30 5/31

画像カレンダー表示

気象グラフ表示

Data

放射線量グラフ表示

EM14736 2014/05/16 12:23 battery 32 logger time 2002-10-20 1:32:50 +38 (543.9k) CSV 2014 merge

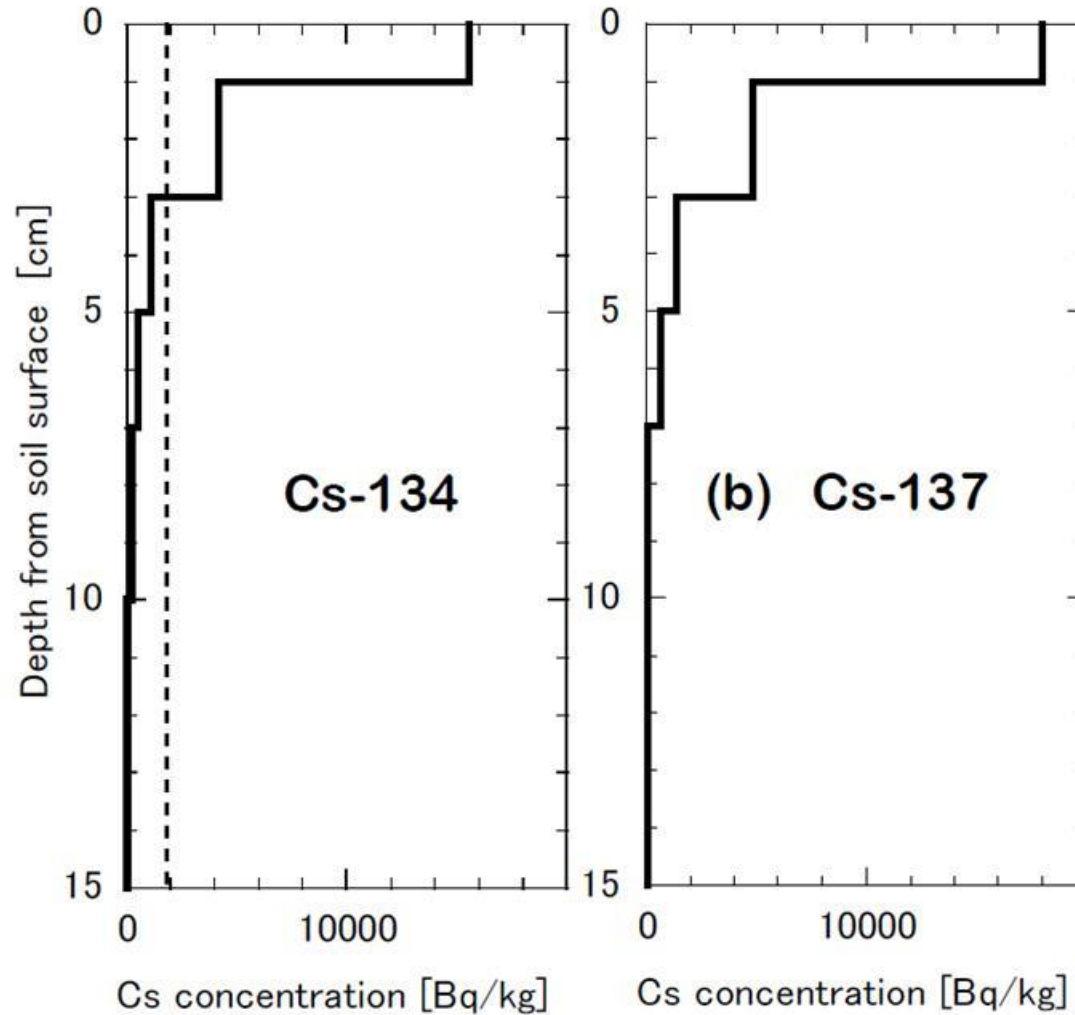
FriskCounter 2014/05/19 12:33 battery 32 logger time 2014-05-19 12:33:50 +38

SimpleCounter 2012/08/17 12:18 battery 32 logger time 2012-08-17 12:18:50 +38

環境モニタリング

放射性セシウムの濃度(2011.5.24)

実線:不耕起水田, 破線:耕起水田



塩沢ら:福島県の水田土壌における放射性セシウムの深度別濃度と移流速度,
RADIOISOTOPES誌, 8月号, 2011より引用

交換性陽イオン

1 H 1.0079																	18 He 4.0026
3 Li 6.941	4 Be 9.0122											5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.180
11 Na 22.990	12 Mg 24.305											13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.065	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
19 K 39.098	20 Ca 40.078	21 Sc 44.956	22 Ti 47.867	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.845	27 Co 58.933	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.409	31 Ga 69.723	32 Ge 72.64	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.798
37 Rb 85.468	38 Sr 87.62	39 Y 88.906	40 Zr 91.224	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57-71 *	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89-103 #	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	110 Ds (281)	111 Rg (272)	112 Uub (285)	113 Uut (284)	114 Uuq (289)	115 Uup (288)	116 Uuh (291)	118 Uuo (294)	

* Lanthanide series

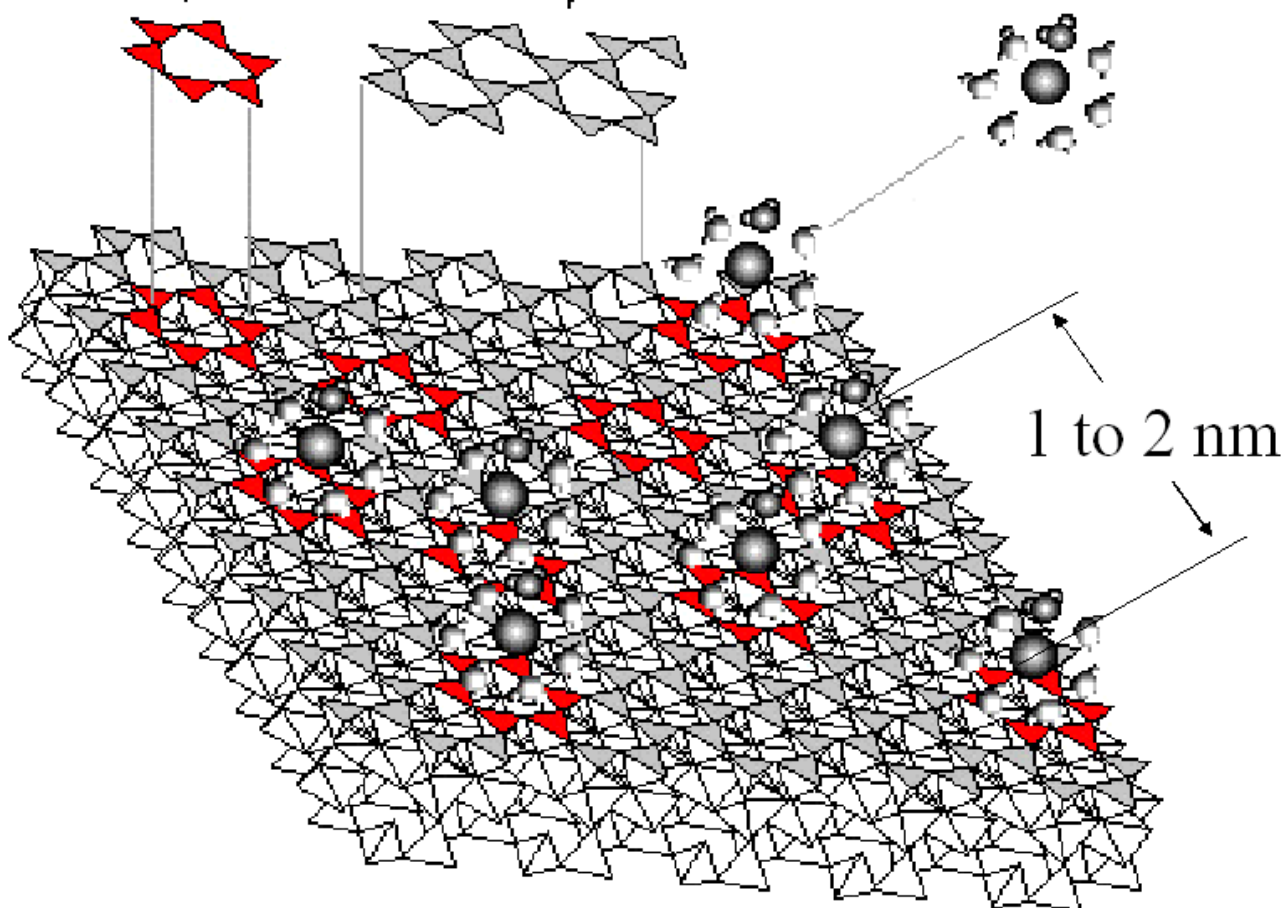
57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97
---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

Actinide series

89 Ac (227)	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)
--------------------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

放射性セシウムは粘土表面の穴に 落ちている！

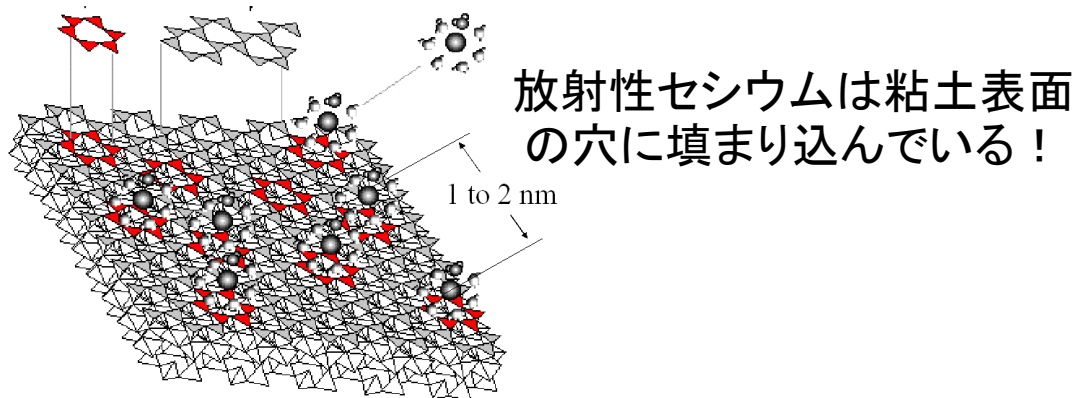
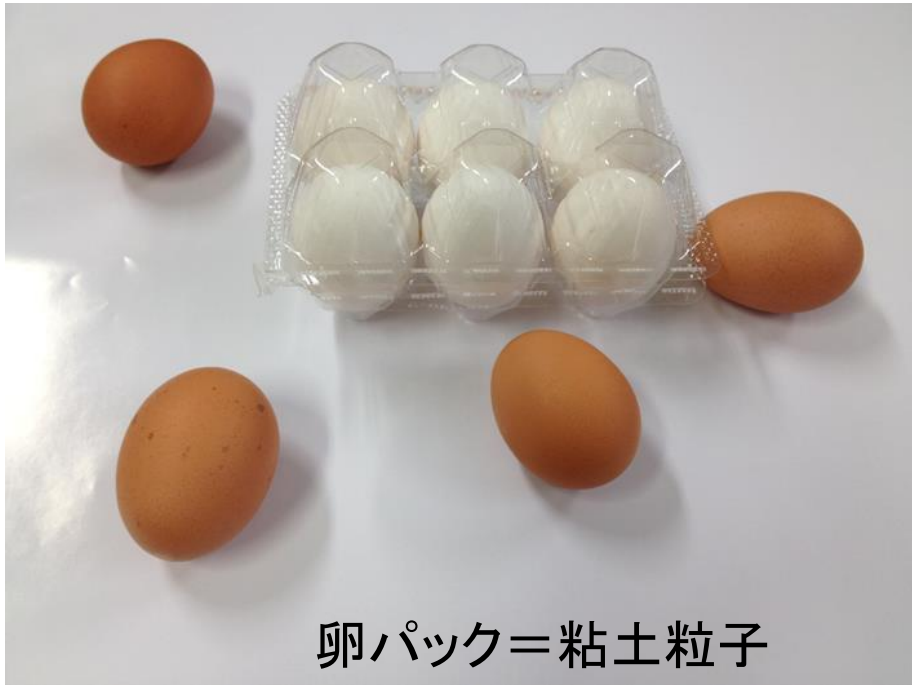
Hydrophilic Sites



「粘土表面の放射性セシウムの吸着
特性とその挙動」の資料より抜粋

by Prof. C.T Johnston @Purdue Univ.

放射性セシウムはカリウムと入替わって 農地土壌中の粘土粒子に固定される



by Prof. C.T Johnston @Purdue Univ.

Frayed edge site (FES)

Illitic minerals

Vermiculitic layer

● K^+ ● Hydrated cation

1.4 nm
1.0 nm
1.4 nm

RIP (Radiocesium Interception Potential)
(Cremers et al., 1988 in Nature)

セシウムの土壌科学(中尾淳)より引用

飯舘村役場横の斜面の放射線量測定 (2011.6.25;溝口・登尾)



→ 2.5 $\mu\text{Sv/h}$

→ 3.5 $\mu\text{Sv/h}$

→ 7.0 $\mu\text{Sv/h}$

農地の除染法

農林水産省

農地除染対策の技術書概要 【調査・設計編、施工編】

平成24年8月



表土削り取り



水による土壌攪拌・除去



反転耕

中山間地の水田の現状

イノシシ



雑草



掘り返された農地



<http://www.iaj.gu.ac.jp/mizo/edrp/fukushima/fsoil/PAWEE5131030.pdf>

この水田の除染をどうする？

飯舘村の現状



2015年5月

<https://www.facebook.com/FukushimaSaisei/videos/1054291244592879/>

農家自身でできる 農地除染法の開発

飯舘村小宮地区での田植え風景
2013.5.26



飯舘村小宮地区での稲刈風景
2013.10.6



板状で剥ぎ取られた凍土(2012年1月8日)

あれっ、先生じゃないですか！



[動画](#)

地表面からの放射線量(コリメータ付)が1.28 μ Sv/hから0.16 μ Sv/hに低下

凍る水田 除染一気

福島・飯館

河北新報
(2012.1.17)

東京新聞
(2012.1.19)

住民と研究者グループ実験

福島県飯館村佐須地区で「堀村」に向けた山林除染などの活動に取り組む住民と研究者のグループが14日、セシウムを含む水田の表土を凍ったままはがし、埋める実験を行った。土中のセシウムの90%は地表5センチ以内にあるとされ、「冬の寒さを生かして、一気に水田除染を行える合理的な方法」とグループは話している。

このグループは、伊達市内に避難中の農業委員宗夫さん(60)＝村農業委員会会長＝と、東京、つくば市などの研究者、医師らの「ふくしま再生の会」(150人)。

土壌学の専門家、溝口勝東京大学大学院農学生命科学研究科教授が実験を提案。冬は表土が凍る高冷地の村の環境と、セシウムの性質に着目した。実験では、菅野さんの自宅近くの田んぼを使い、深さ5、10センチまで凍った土をパワーショベルではがし、田の端に掘った同1・3メートルの穴に埋めた。

はがされた土は、長さ40センチほどの大ききの固まりになり、セシウムを封じ込めたまま崩すことなく処理できる。

仮置き場とする穴には、ダムの水漏れ防止工事などに用いられる特殊なマットを敷き、土を密

菅野さんは「机上の発想と違い、村の実情に合せて莫大(ばくだい)な金も掛からない方法だ。

寒さ生かした「表土はぎ取り式」



田んぼの凍った土をはぎ取って埋める溝口教授らの実験

処理も効率的に

閉じて覆土をする。マツラ、二石二鳥の効果があつた。トは土から地中への水の浸透を防ぎ、また内部にセシウムをよく吸収するベントナイトという土の層を挟んであることか

効果を確認された。一日も早く国の事業化を提案し、堀村の希望に「つなげたい」と話している。

削除

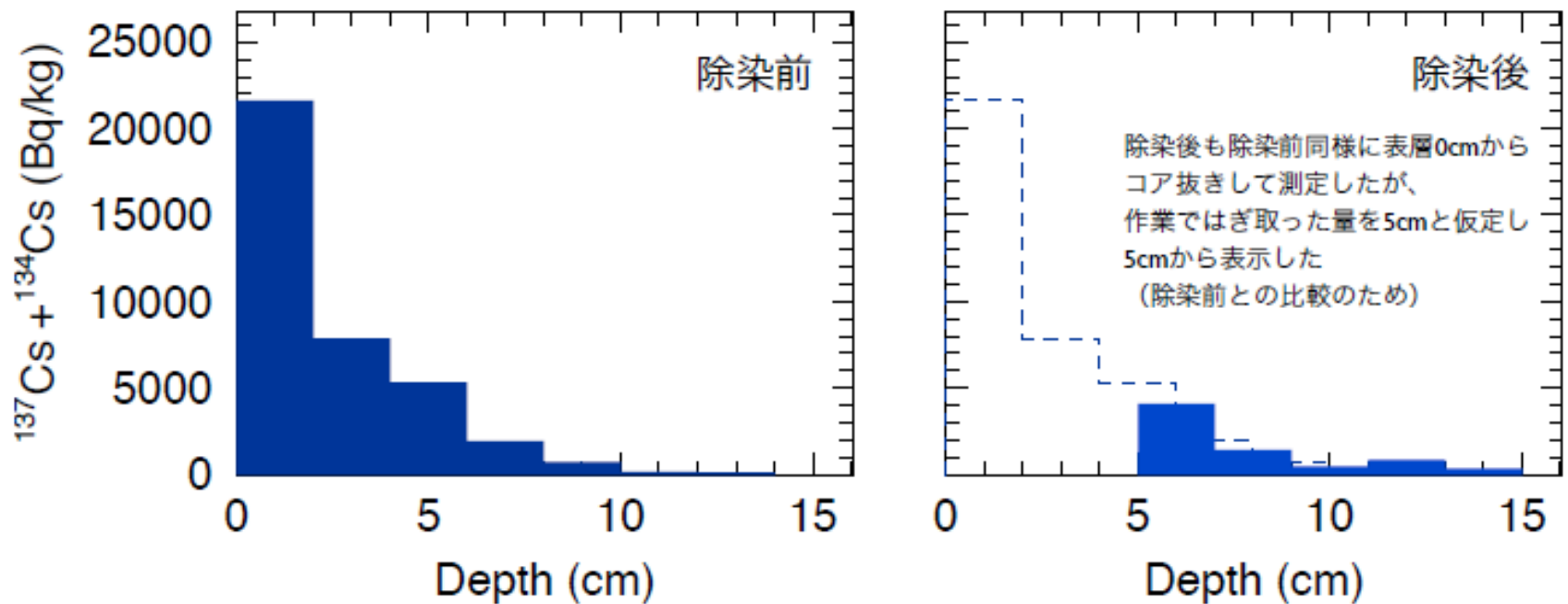
の厚さを目視できる器具も提案。「凍土がらみの深さになった適期で、余分な土を取る」と言う。作業を行える」と言う。

都市と地方の
認識のずれ

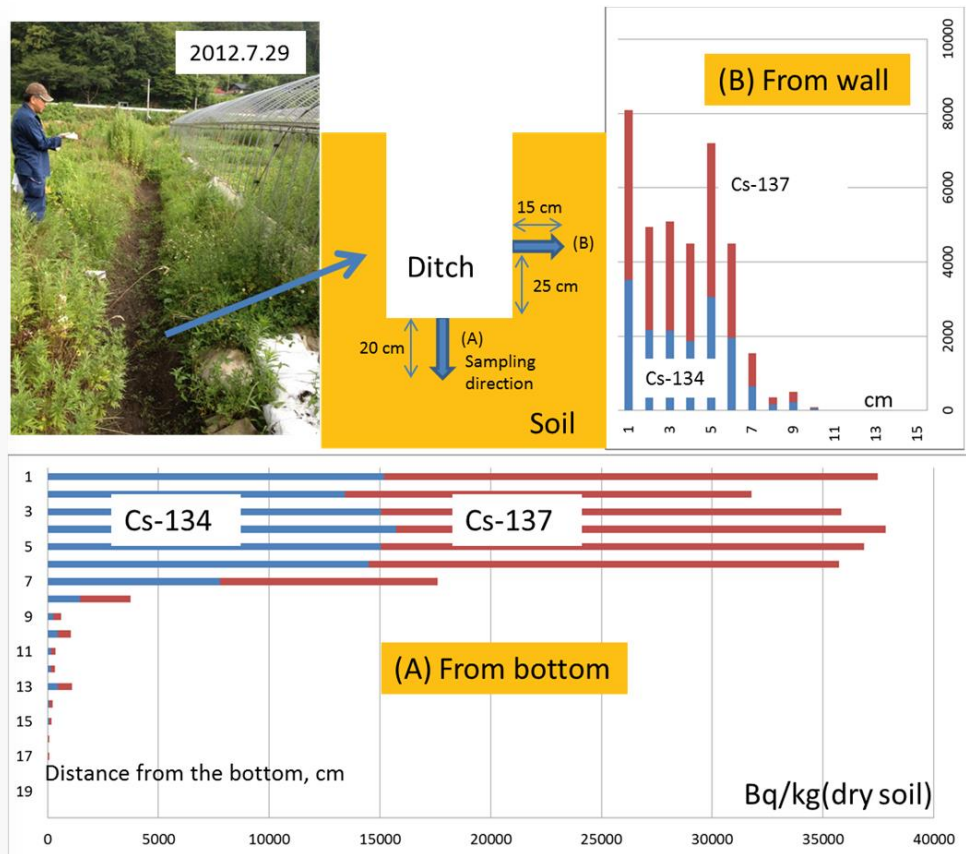
田車による除染実験 (2012年4月)



田車代かき掃出し法の効果



除染土壌の処理実験



洗い流した泥水を溝に蓄積しておき、干上がった後に溝の底と側面の土壌をサンプリングして深度別に放射能測定した結果。

セシウムは土の中に浸みこまない。

土の濾過機能



泥水は砂の層を通るだけで透明になって出てくる。放射性セシウムのほとんどは粘土粒子に強く吸着(固定)されているので、セシウムだけが水中に溶け出すことはない。

農地の下の土はこの実験の砂の層よりも厚い上に、砂よりも細かい粒子で構成されていることが多いので、放射性セシウムを固定した粘土はそれらの粒子の間に次々に捕捉される。

までい工法(実践)



汚染土の埋設

よいとまけ(土の締固め)

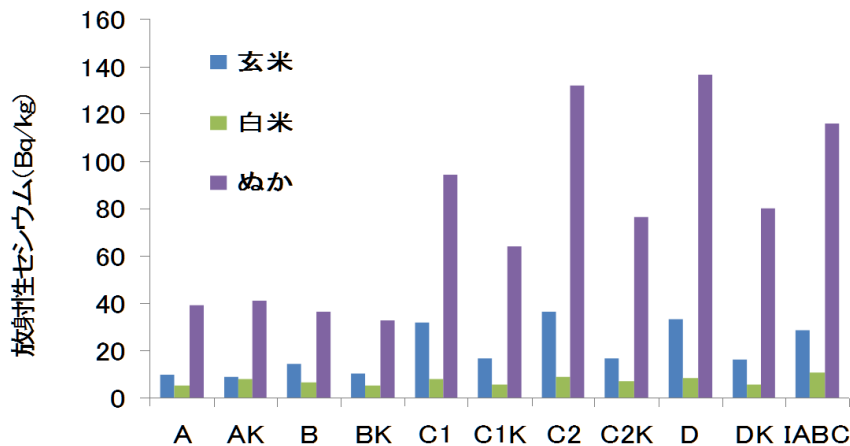
2012.12.1

イネの作付実験 (H24～)



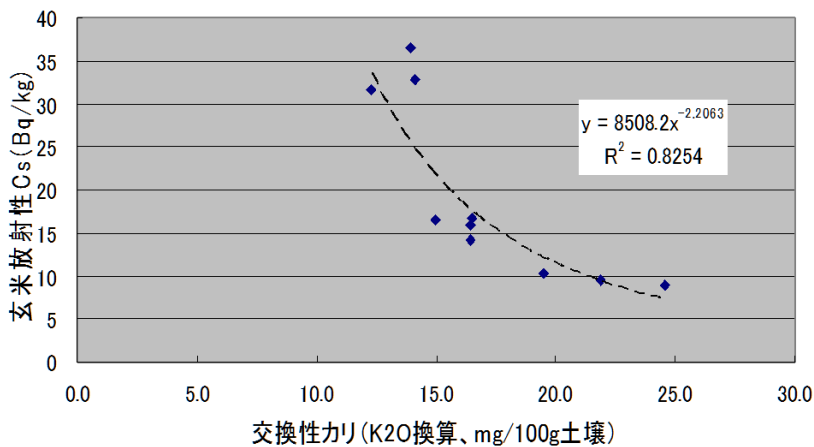
イネの栽培試験 (H24年度)

玄米、白米、ぬかの放射性セシウム



白米の放射性セシウム濃度は、すべて10Bq/kg以下

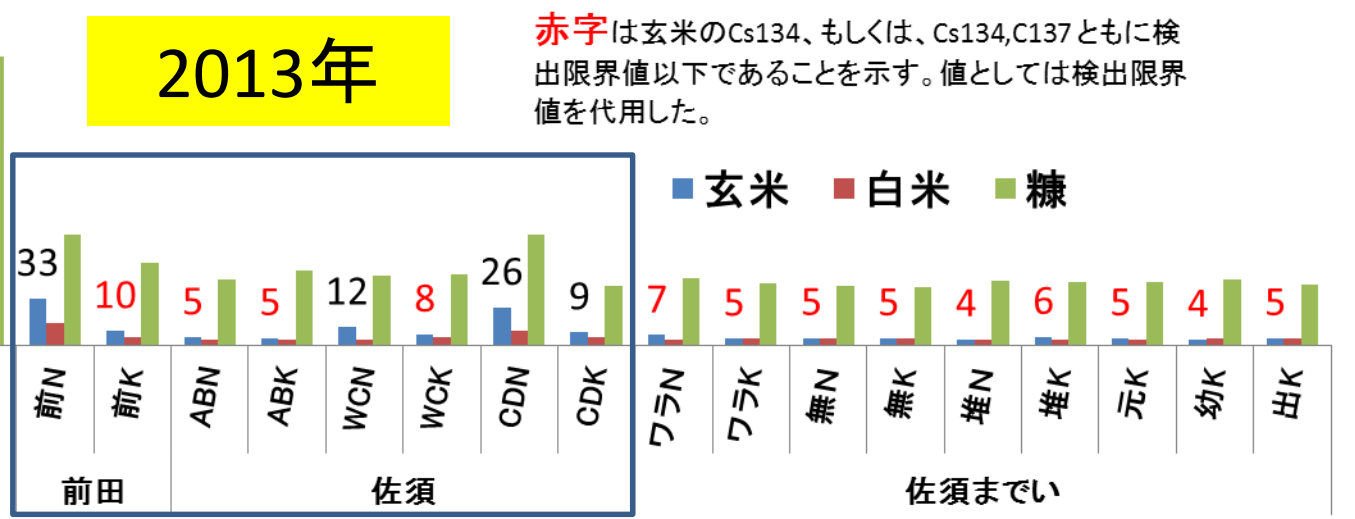
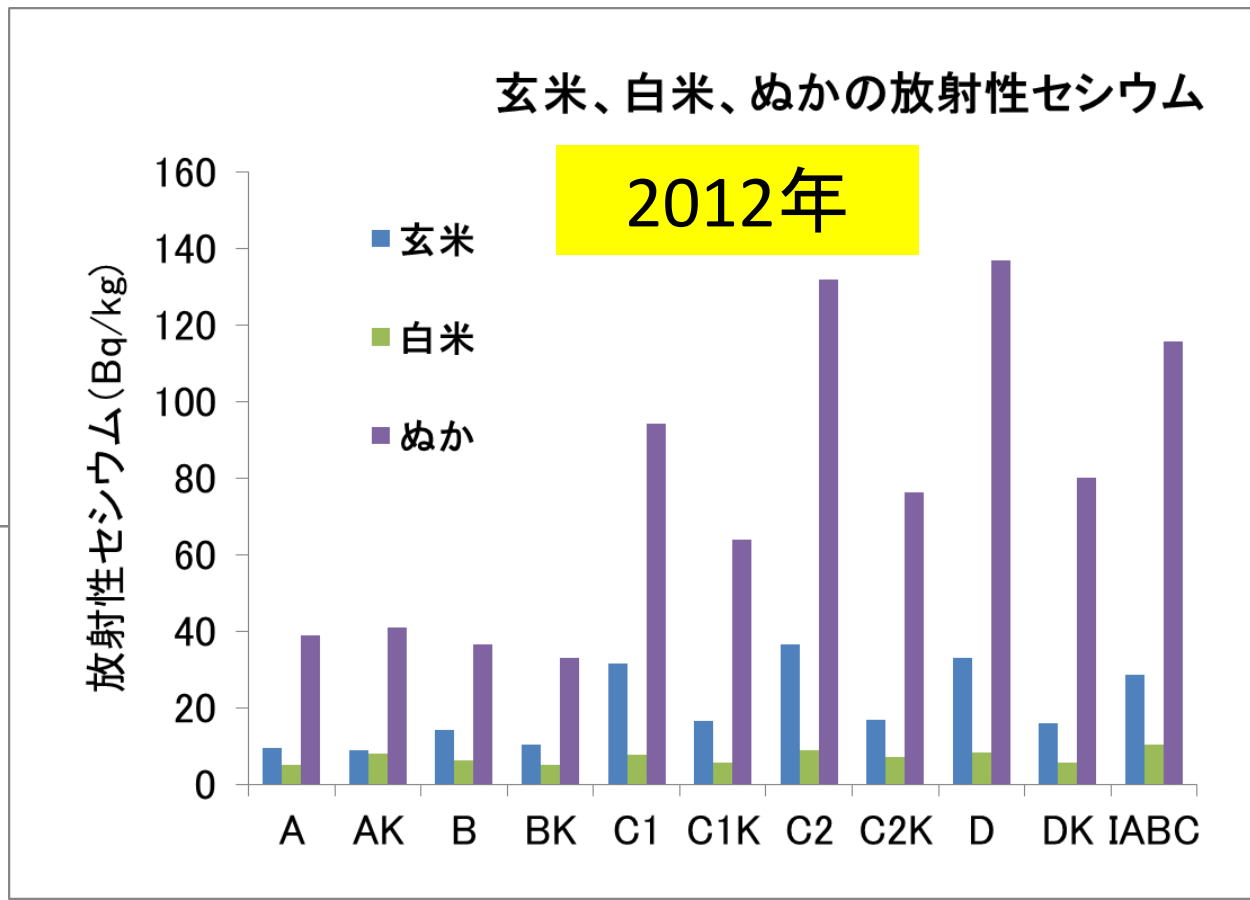
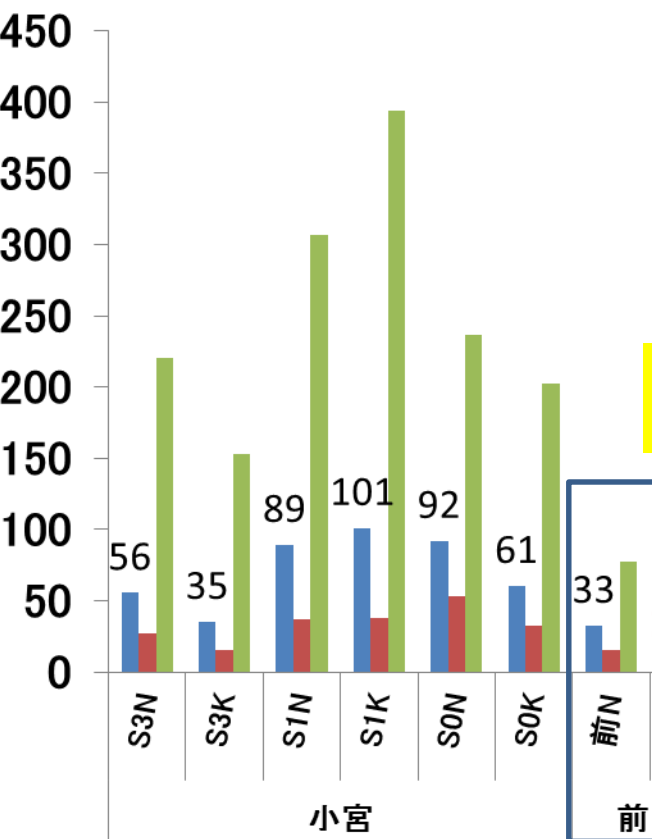
土壌の交換性K(K2O)と玄米の放射性Cs濃度



交換性カリ(K2O)を20mg/100g乾燥土壌以上に保つ

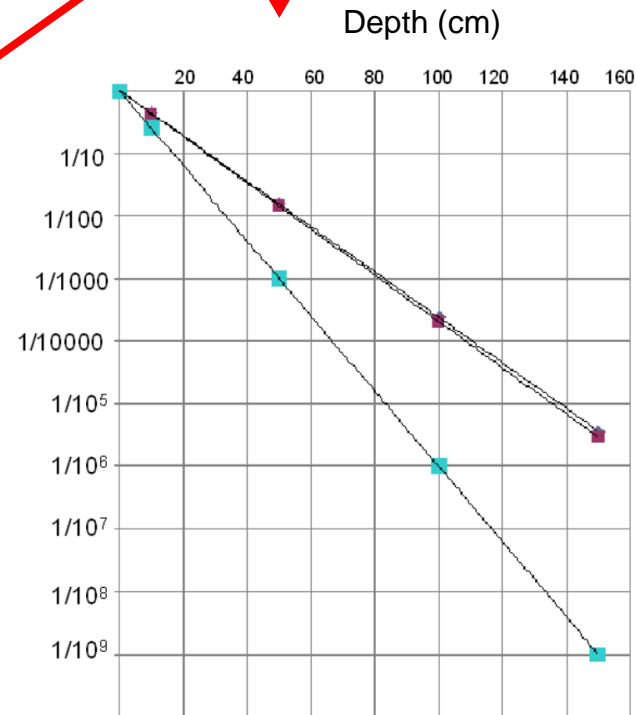
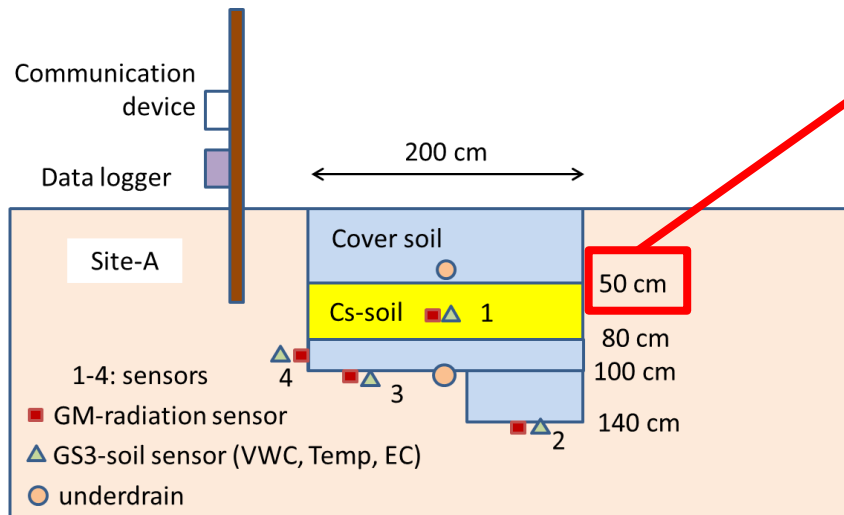


佐須 前田 (小宮)



汚染土は素掘りの穴に埋めれば良い

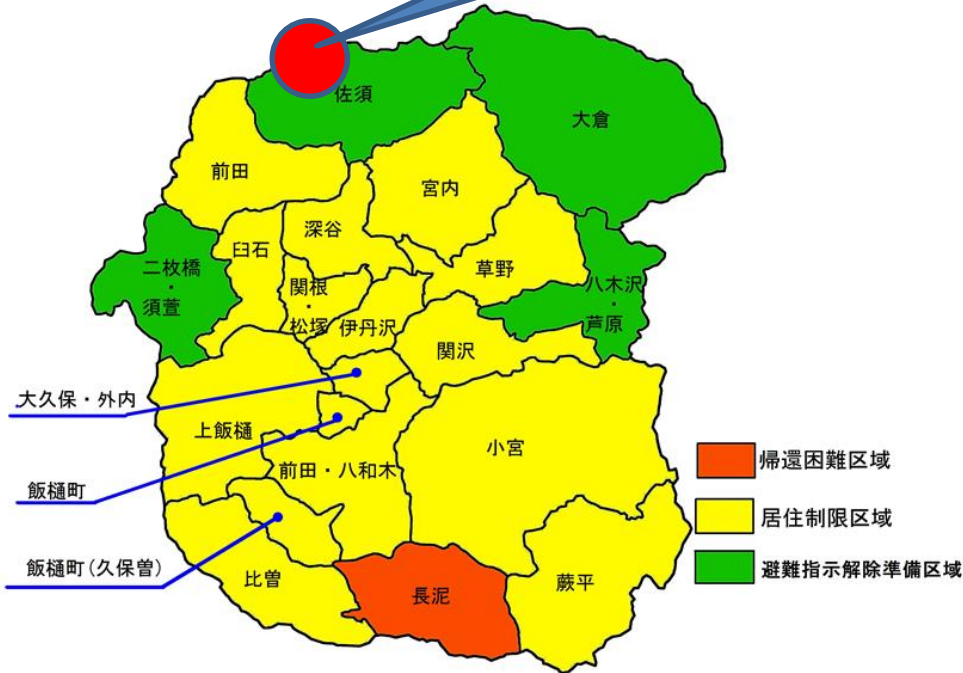
50cmの深さに埋めれば放射線量は1/100 ~ 1/1000 になる



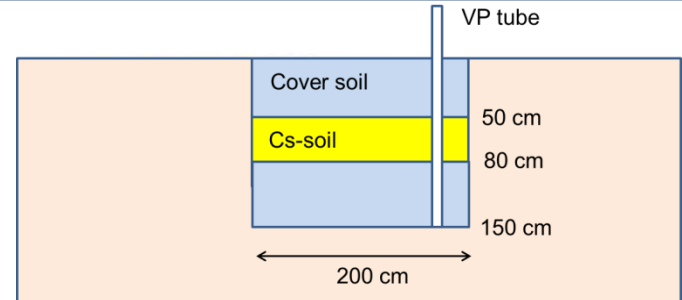
宮崎(2012)より引用

方法

2013年度 福島県飯舘村佐須滑の水田 (約8m × 16m)



汚染表土埋設
・水田の中央に帯状
(幅2m, 長さ16m, 深さ50-80cm)
・非汚染土で覆土

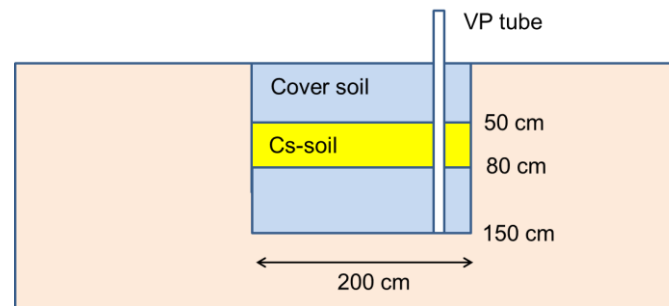
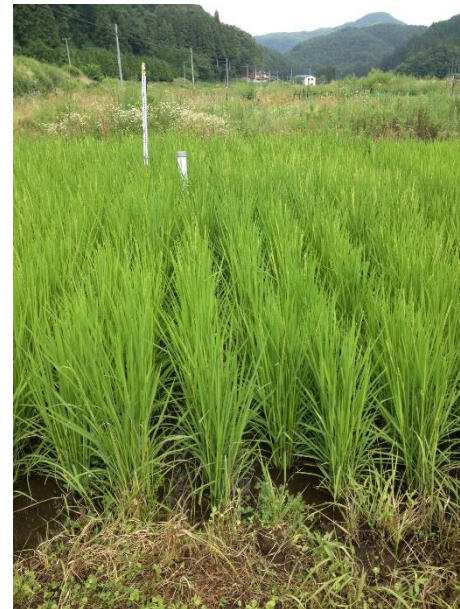


までい工法による汚染土の埋設
2014.5.18

埋設汚染土は安全なのか？

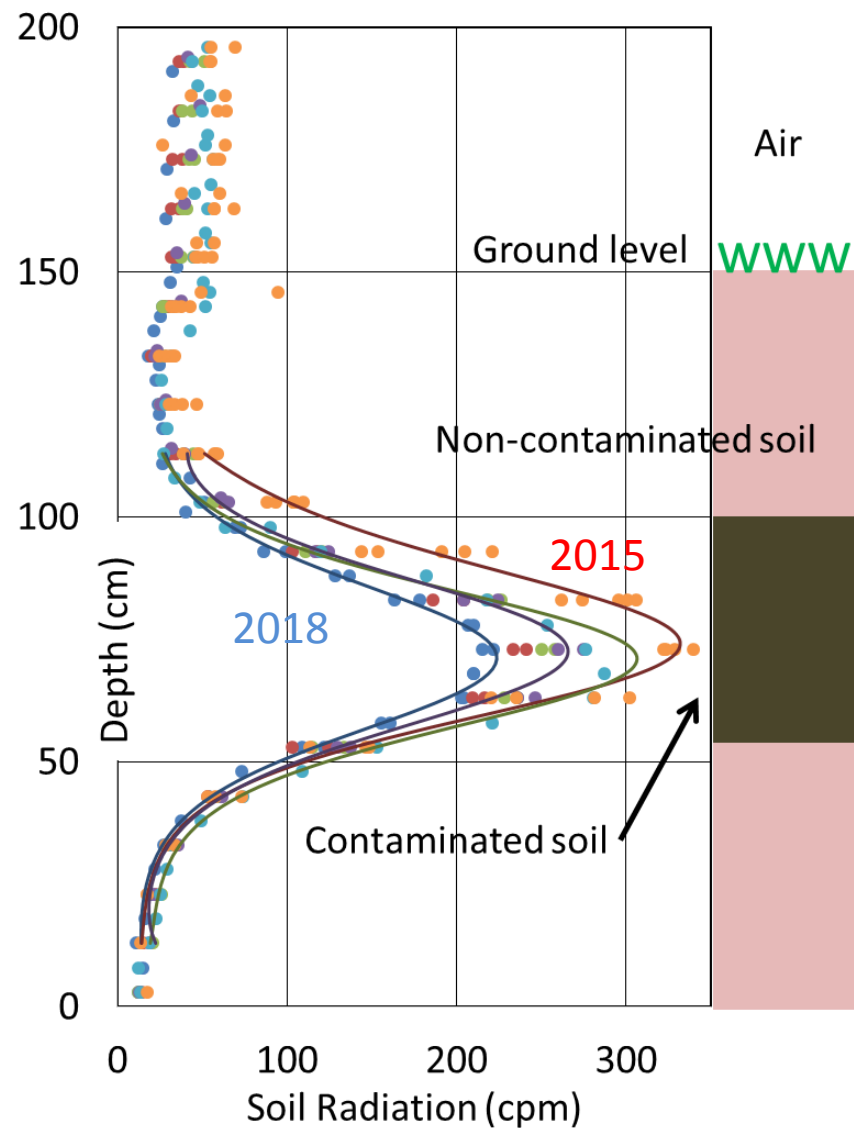


NPOによる田植え (2014.6.1)



水田土層内の放射線量

- 埋設汚染土層の下の方(130cm付近)の方が表土層よりも小さい
 - 放射性Csの移動がない
- 表土層よりも空気中の上方の方が大きい
 - 水田周辺の山など影響



飯舘村の農業再生 ～その課題と支援体制～

除染後の農業をどう考えるか

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である
- 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でもある
- 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
 - 新しい農業教育コースを高校・大学に作り、全国から数名だけ推薦入学



排水不良



降雨
12時 16
13時 22.5
14時 7
計 45.5mm

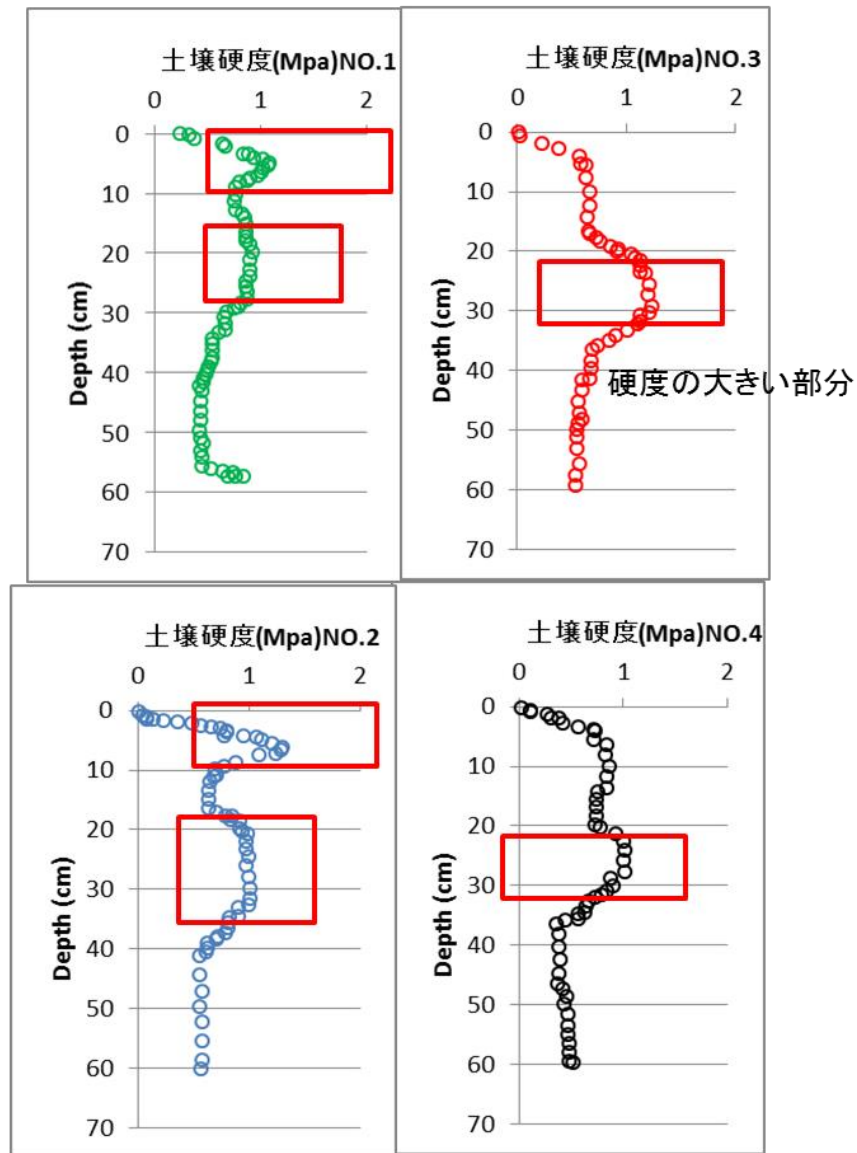


農地土壌の調査

(東京大学環境地水学研究室)



土壌断面側 ①コーンペネトロメータ分布



一部、表層部5cm(客土底)で大きい硬度を示す場所がある。これは、客土工事の重機の轍と考えられる。それ以外の場所では、20cmから35cmで貫入抵抗が最大値を示す。これは、元々の水田の硬盤層と考えられる。35cm以下は粘土層で、水分が多いこともありきわめて柔らかい

暗渠排水

(日本が誇る究極のSDGs)



粗朶切り一飯野町日向 (2018.4.21-22)



暗渠工事一飯館村松塚地区 (2018.4-28-29)

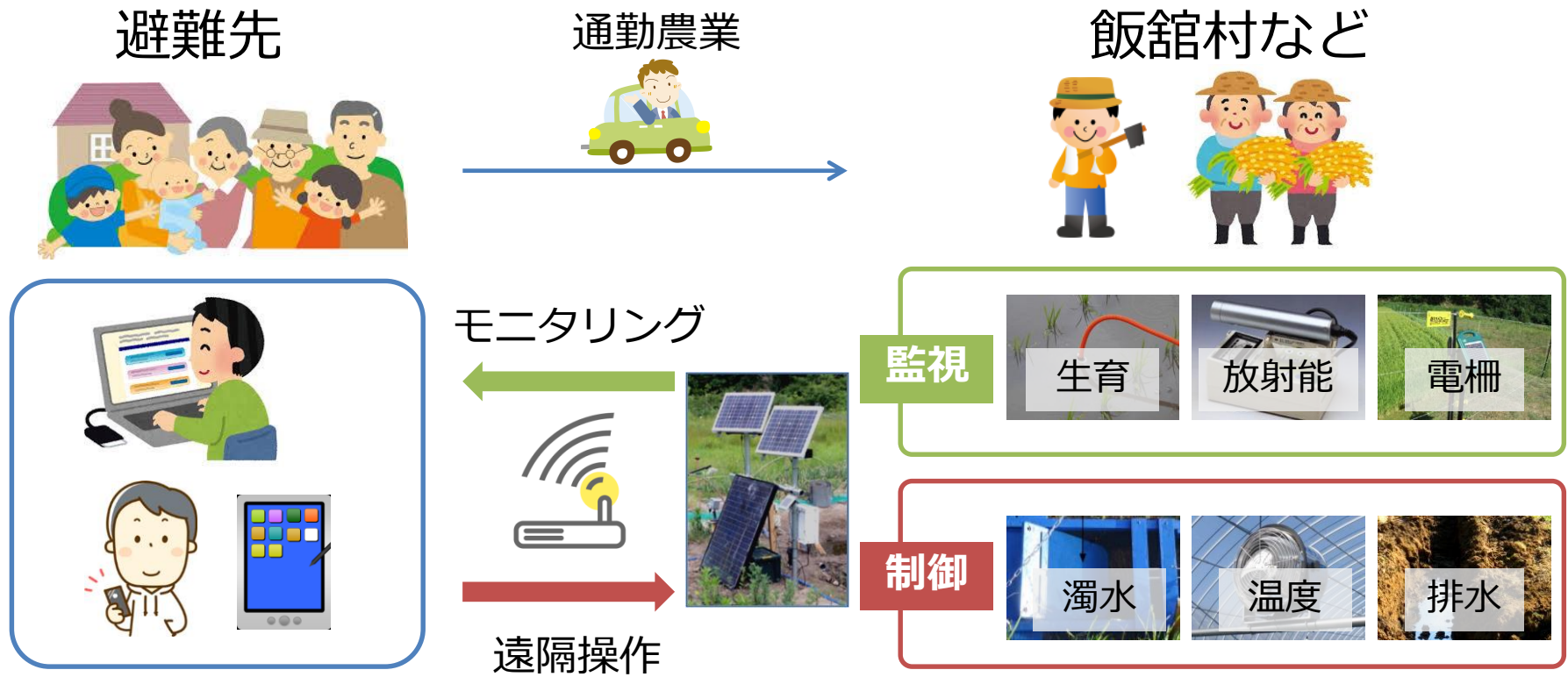


安全な農畜産物生産を支援する ICT営農管理システムの開発



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



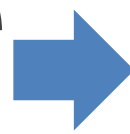
1. 農地で動くタフなデバイスと
2. 農家が望むシステムを
3. 安く提供する

1. タフなデバイス



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

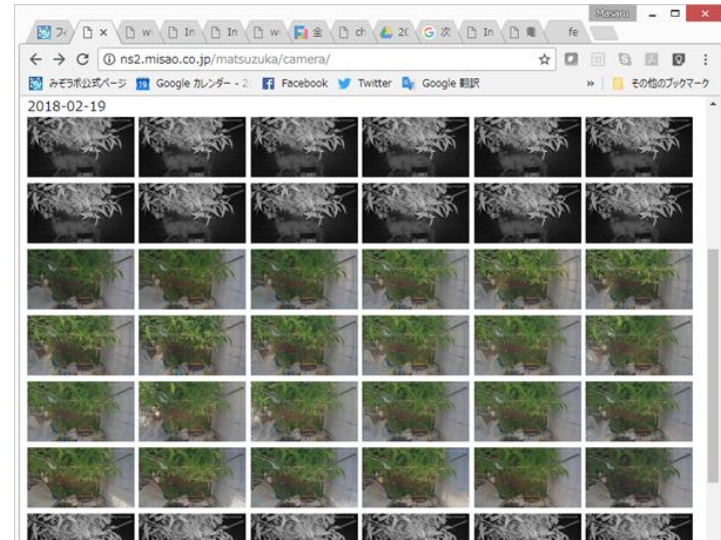
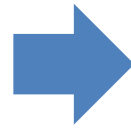


HALKA(遥)デバイス

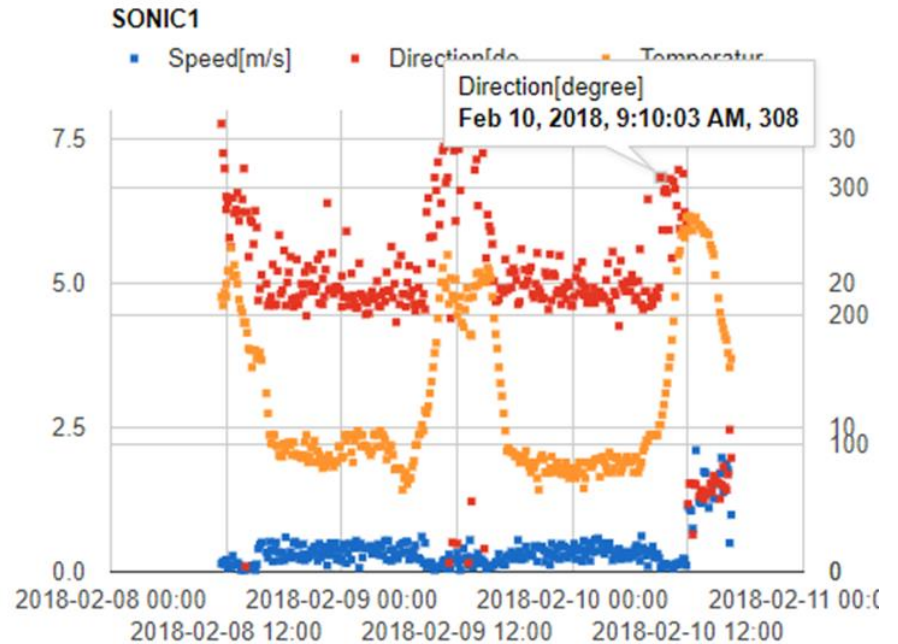
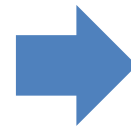
2. 農家が望むシステム1 生育確認・制御



花生育監視カメラ



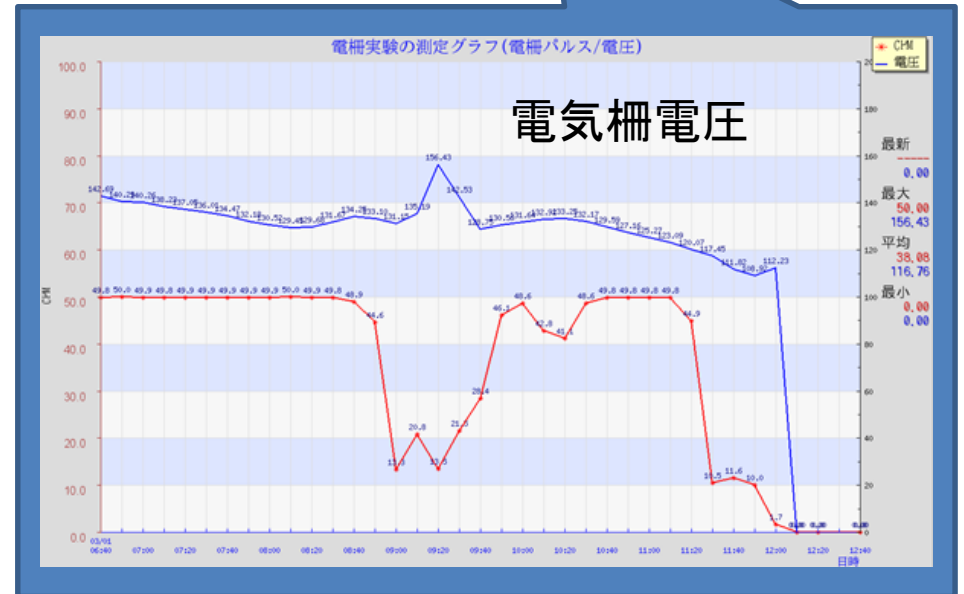
遠隔サーキュレータシステム



2. 農家が望むシステム3 電柵の通電確認



スマート電柵システム



3. 安く提供 販売モデル

基本ユニット

通信



- データロガ
- 通信機器

5~10万円

センサー・制御



- 気象
- 放射線
- 電柵通電

5~10万円/
センサー

オプションユニット

導入計画



- 必要なセンサー、無線の計画作成

設置・メンテナンス



- センサー等の設置、メンテナンス

10~50万円

無線・電源



- Wifiの整備
- 太陽パネルの導入

データ解析 営農アドバイス



- 取得したデータを元にアドバイス

ICT畜農管理システムで地域復興

- 農地モニタリング
 - ハウス栽培
 - 農地・作物
 - 放牧牛
- ICTインフラ整備
 - 通信特区
- 合宿所
 - 若者を呼び込む
- 人材育成
 - 学習塾



牛の放牧地@飯舘村松塚地区 (2018.5.6)

農業再生に向けて

ふくしま再生の会活動報告会(2013.2.22)で提案

- 飯舘三酒

- 飯舘大吟醸
- 飯舘芋焼酎
- 飯舘濁酒



- 飯舘特産農産物

- 飯舘特産の肴(さかな)
- 伝統的な味付けを活かした調理法



- 海外展開と消費者との連携

- Fukushima/litateブランド
- 徹底した品質管理(Global-GAP)
- レシピの開発

GLOBALG.A.P.

農学科と家政科との連携



生産者と消費者をつなげる



学生の報告をもとに、24名の参加者が
思い思いの意見を述べてくれました。



横浜の地産地消レストラン「ハチマル・ハチマル」
店長で「金川食べる通信」編集長の赤木さん

(資料提供: フェリス女学院大学高雄先生)

Dr.ドロえもん教室

—子どもどもたちに対する農学教育—



現地土壤博物館



松塚 (2015.10.11)



松塚 (2018.2.11)



松塚土壤博物館(2018.4.29)

復興の農業工学

- 上野英三郎博士
 - ハチ公の飼主
 - 東大農学部教授
 - 耕地整理法(1900)
 - 耕地整理講義(1905)
- 農業工学(農業土木)
 - 食料生産の基盤整備
 - 不毛な大地→肥沃な農地
 - 農地造成／灌漑・排水
 - 農地除染
- 除染後の土地利用
 - 帰村後の農村計画
 - 地域創生／産業再生



これから

- 村と大学の連携協定
– 村民って？



協定書に署名した菅野村長（左から2人目）、丹下科長（中央）ら

- 村役場と研究

– 「村民との共働もありますが、最初に村との共働を考えて頂きたい」

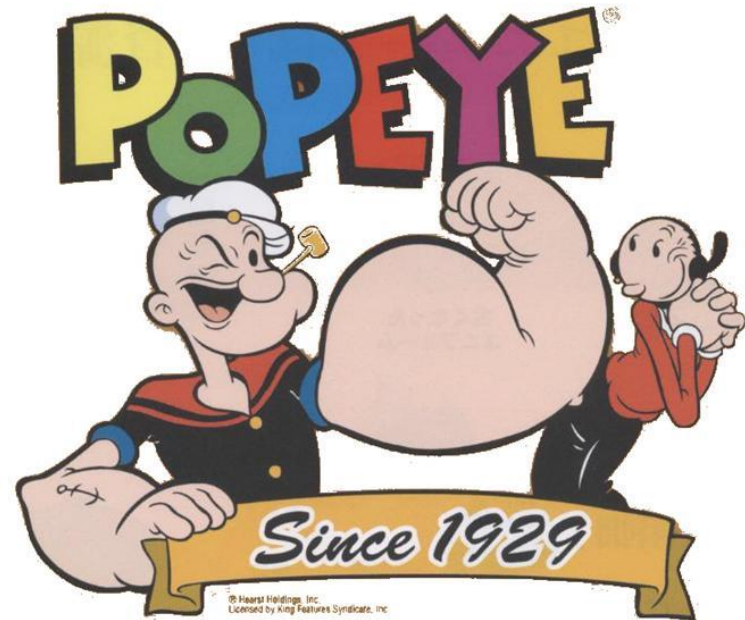
- 人材育成

– 大学と現場を繋ぐ教育

– 他人事を自分事として考えられるようにする

こんな大学生になってね！

- 1に体力
- 2に食欲
- 3・4はなくて
- 5にジョーク！



ちょっとだけ


- ・専門、ICT/IoT/AI
- ・他人事を自分事として考える

質問コーナー

- この講義でわからなかったこと
- 質問(なんでもOK)



【討論】

- 
- 地方大学における研究の意義
 - 「人間力」とは？

活動の記録

検索＝みぞらぼ



生きる。ともに

東京大学
東日本大震災における
救援・復興支援活動レポート

福島復興農業工学会議（土壌汚染の農業工学的研究）

放射性物質で汚染された農村・農地を蘇らせるため、最新のICT技術を駆使して放射能汚染の実態を詳らかにしつつ、これまで蓄積された農業工学の学術と技術を活用して、誰もが実行可能な手作りの放射能除染技術と線量低減技術を考案・工夫し、地元やボランティアの人たちと一緒に実験、観測を行い、研究成果を広く社会に公表することを目的に活動しています。

部 局 名 : 農学生命科学研究科・農学部
代 表 者 : 久保成隆 教授
プロジェクトメンバー: 満口 勝 教授、西村 拓 教授、飯田 俊彰 准教授、吉田修一郎 准教授、
関連機関・組織 : 認定NPO法人ふくしま再生の会



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

文部科学省原子力基礎基盤戦略研究イニシア
ティブ「原子力と地域住民のリスクコミュニケーションにおける人文・社会・医学による学際的研究」
(研究代表者:中川恵一) 成果報告書

資料

- 飯舘村関連の講義
- 飯舘村における村学民協働による農地除染と農業再生の試み（水土の知, 2016年6月号）
- 自分の農地を自身で除染したい百姓魂
- 土壌物理学者が仕掛ける農業復興—農民による農民のための農地除染（コロンブス, 2014年3月号）
- 復興の農業土木学で飯舘村に日本型農業の可能性を見出す（コロンブス, 2015年5月号）
- ふくしま再生の会リーフレット
- ひとかたるものがたり
- FM西東京ラジオに出演しました

レポート課題

- 資料を読み、かつ講義を聴いた上で、「あなた自身ができそうな被災地の農業再生について」考えを述べよ。