

第9回ちかすいネット 2012年11月17日  
東京大学本郷キャンパス工学部8号館83講義室

# 阿武隈の広域放射能汚染地域で 考える社会と科学技術の関係

“問題の共有”と“問題の解決の共有”

近藤昭彦（千葉大学 CEReS）

<http://dbx.cr.chiba-u.jp/>

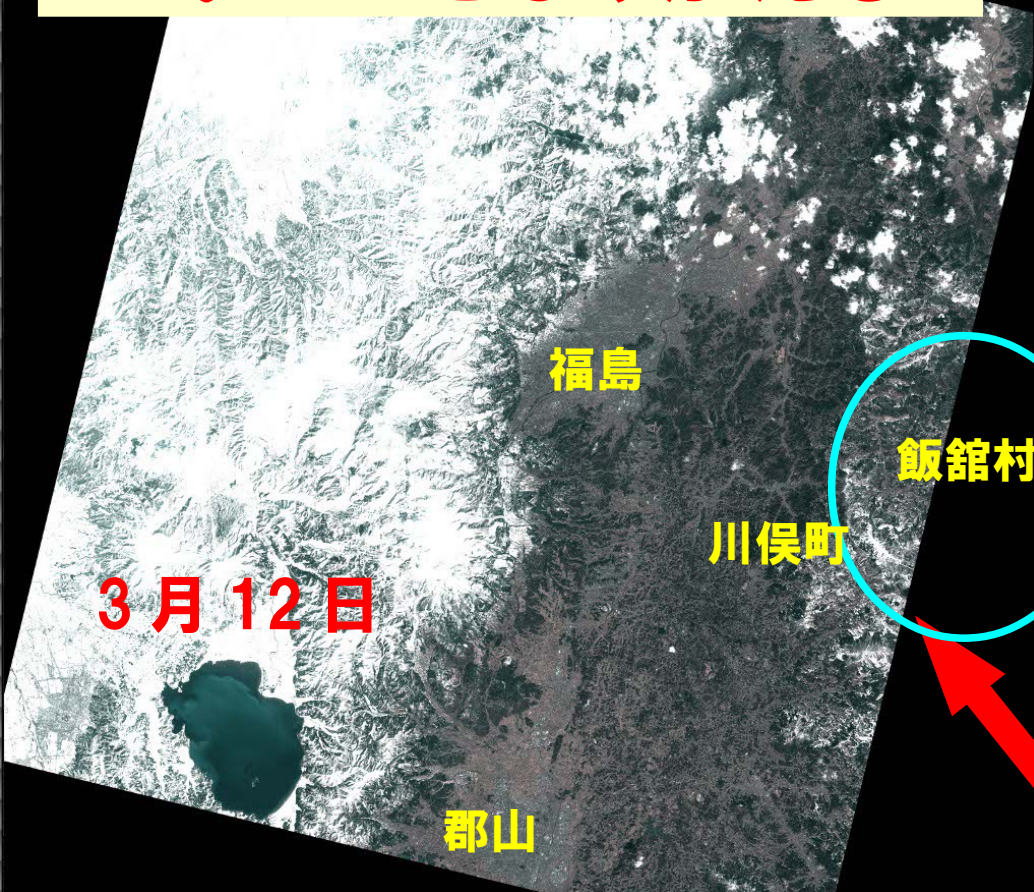


### 3. 11 をふりかえる

宇宙から見た  
福島、阿武隈  
山地



地震発生後のALOS(だいち)画像  
2011年3月12日(左)  
2011年3月14日(下)

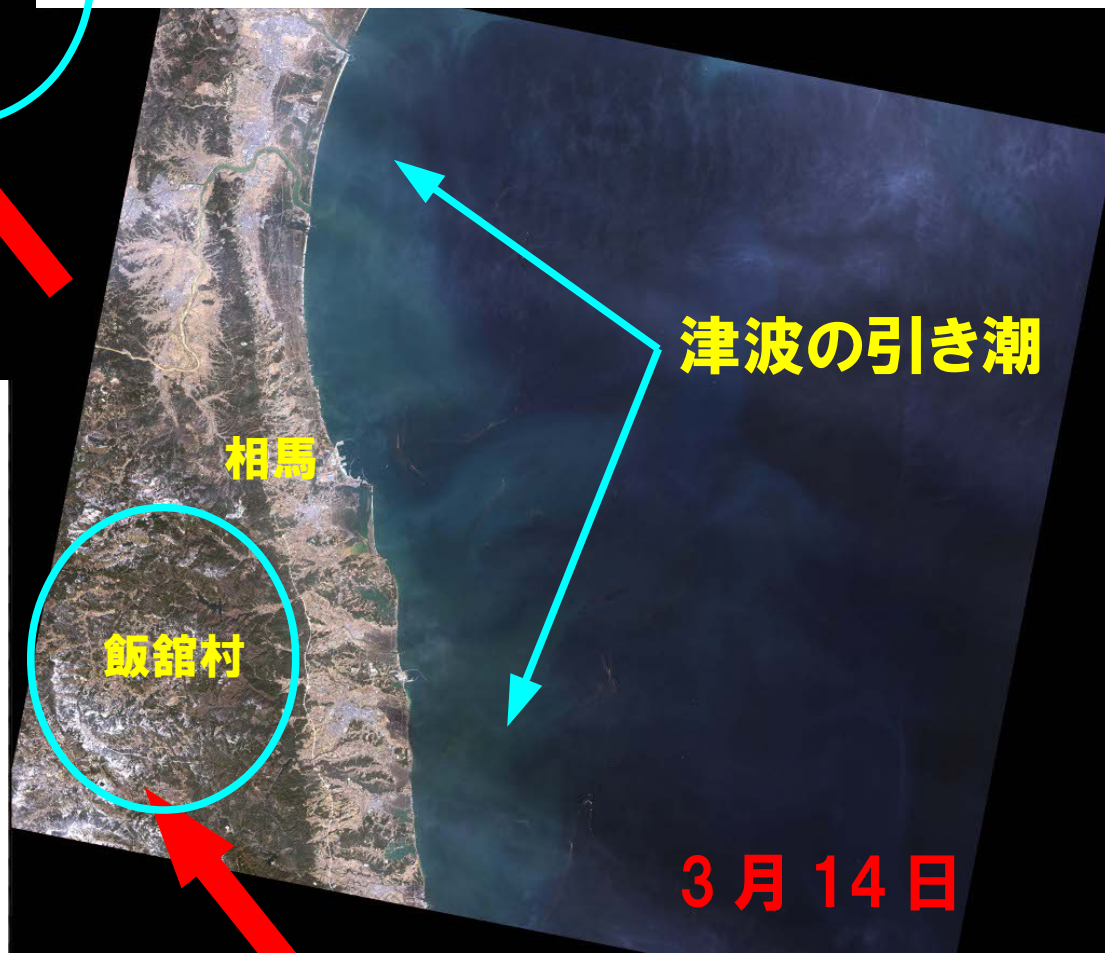


3月12日

このとき、飯舘村や川俣町では  
浜通り方面からの避難者受け入れ

その後...  
津波からの避難者に対応していた  
住民が避難へ

支援者から避難者へ



津波の引き潮

相馬

飯舘村

3月14日



# 運命の日を迎えた

飯館村

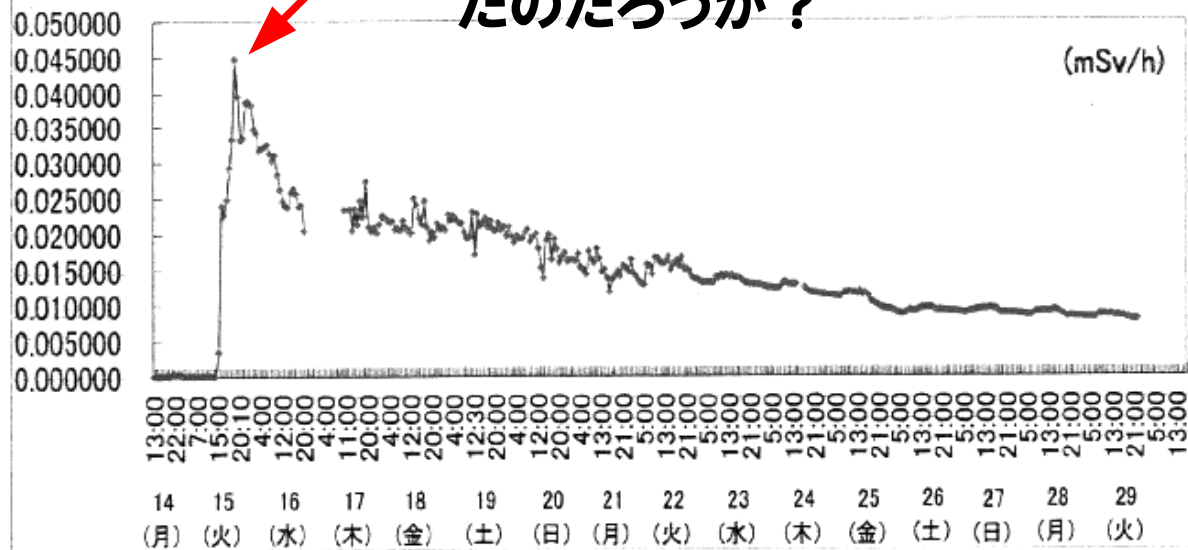
郡山

15日午後から降り出した雨は、夕方になると雪となり、阿武隈を覆った。その雪は...



15日の夕方、飯館役場前では **45  $\mu$ Sv/h** を記録！  
長泥、赤宇木ではどれほどだったのだろうか？

3月16日午前のALOS画像



その時



福島原発の避難指示  
半径20キロ圏内に拡大



# 飯舘村はどんな村だったのか

農村計画学会座談会  
2010年11月29日開催  
再定住革命のための農村計画  
農村計画学会誌、  
2011年3月号

雑誌が届いたとき、飯舘村  
の暮らしはすでに分断の  
危機にあった！



## 科学とこころ



福島県飯舘村にみる一人一人が幸せになる力

# までいの力

ちから

飯舘村を襲った悪夢のような地震と原発事故

「ここには2011年3月11日午後2時46分以前の美しい飯舘村の姿があります」。中表紙に急ぎよ刷られた一文に怒りと悲しみがこもる。

地に足をつけてきた人々が地を追われる無念を思う。とことん考えることでせめて悲痛に寄り添いたい。原発の受益者は都会人なのを忘れることなく。

天声人語 より抜粋  
朝日新聞 2011年5月5日(木)

- 定年帰農
- までいな村づくり
- 田舎に定住するモデルをつくる
- 水田地域は新規参入が難しい
- Iターン者は直売所で育てられる
- 自分の生き様を村でデザインする
- 今日が出发点だ
- 地域通貨と一升瓶
- .....

尊重

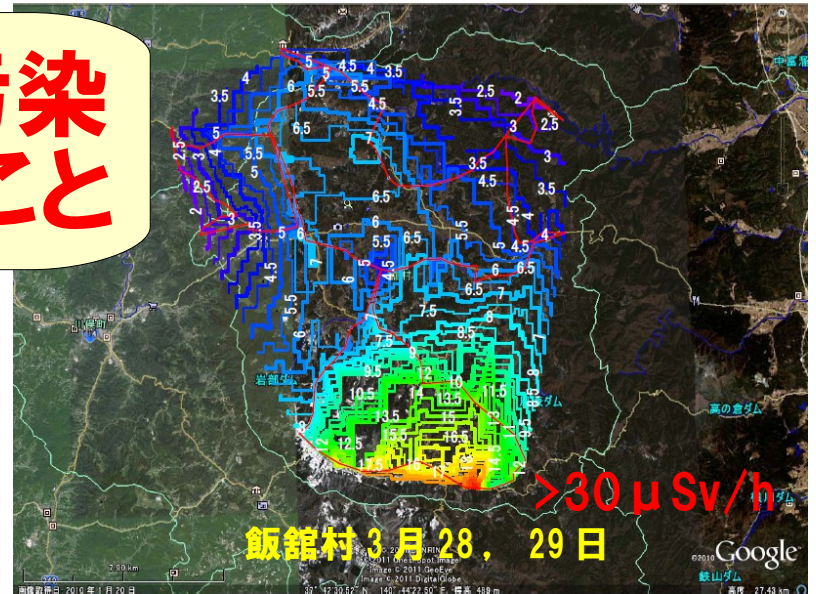


# 3月、多くの研究者が、福島を目指していた...

2011年5月15日(日)  
2011年5月20日(金) 総合 午  
2011年5月28日(土) 教育 午  
ネットワークでつくる放射能  
～福島原発事故から2か月～

**その思いは汚染  
マップを作ること**

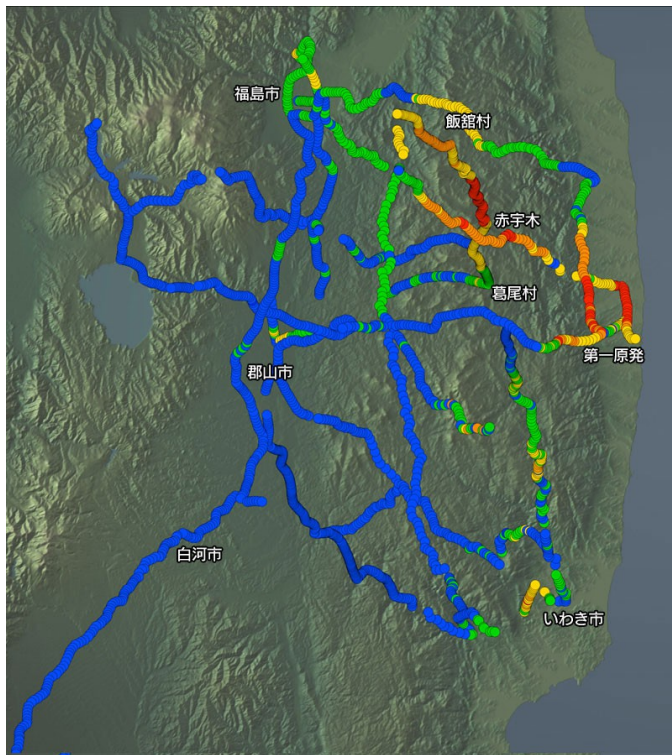
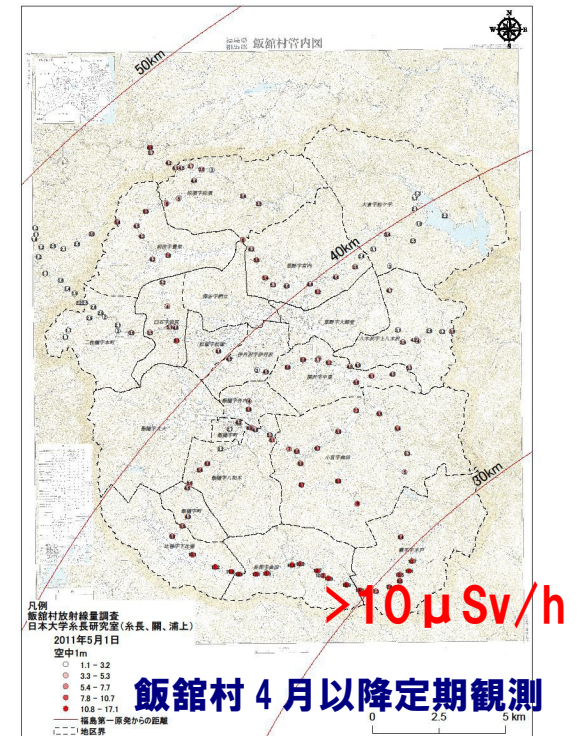
**最も初期の空  
間線量率観  
測結果**



◀ **木村真三氏らによる空間線  
量率測定**

京都大学今中哲二らのグループ  
が行った3月28日、29日  
の飯館村調査結果(京大、広島  
大、國學院大、日大チーム)▲

飯館村の放射性物質汚染状況  
調査結果速報(2011年4月  
29日～5月1日実施)▶  
日本大学生物資源科学部生物  
環境工学科糸長浩司研究室  
(飯館村後方支援チーム)

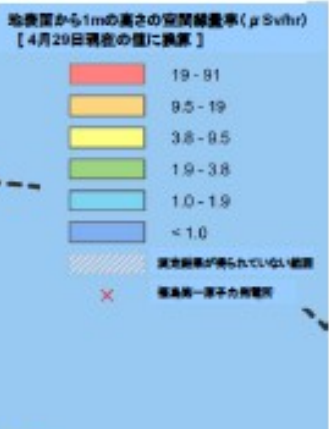


**初期の段階では個別の情報  
が共有されていなかった。  
住民への伝達は研究  
者が担っていた。**



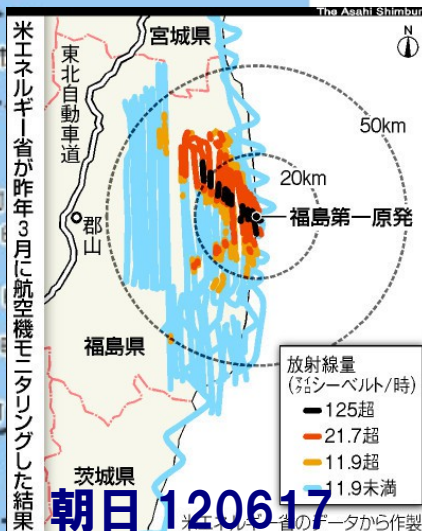
文部科学省及び米国DOEによる航空機モニタリングの結果  
(福島第一原子力発電所から80km圏内の線量測定マップ)

5月6日報道発表  
原発事故から約2ヶ月  
線引きの根拠？



# DOE/MEXT 空間線量調査

最初の計測は**3月17日**から行われ、その結果は3月下旬にはDOEのホームページで公開された。多くの方が飯舘村方向の高空間線量率地域の存在を知っていた。(日本のシステムは連絡ミスで初期の観測ができなかった)



4月11日  
計画的避難区域指定予告  
4月22日  
計画的避難区域指定  
6月~7月  
避難終了

空中からγ線を計る！

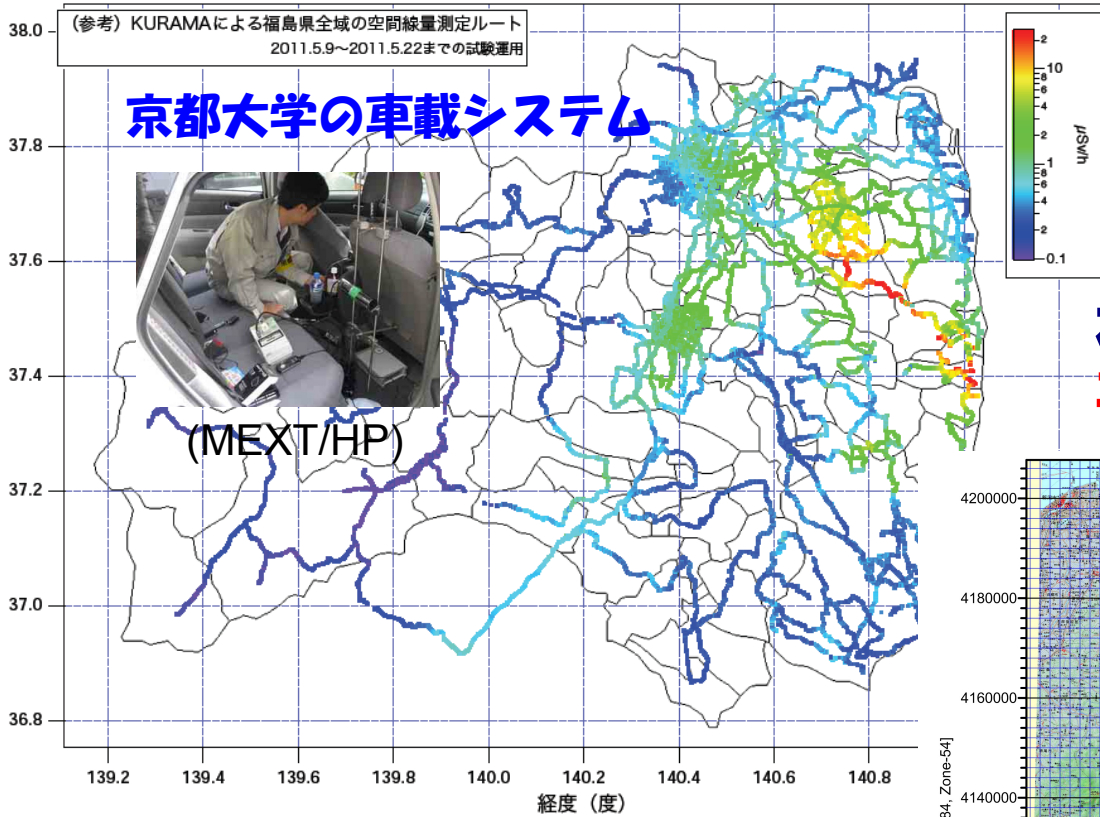


NNSA Aerial Measuring Systems  
国家核安全保障局 (YouTube から)



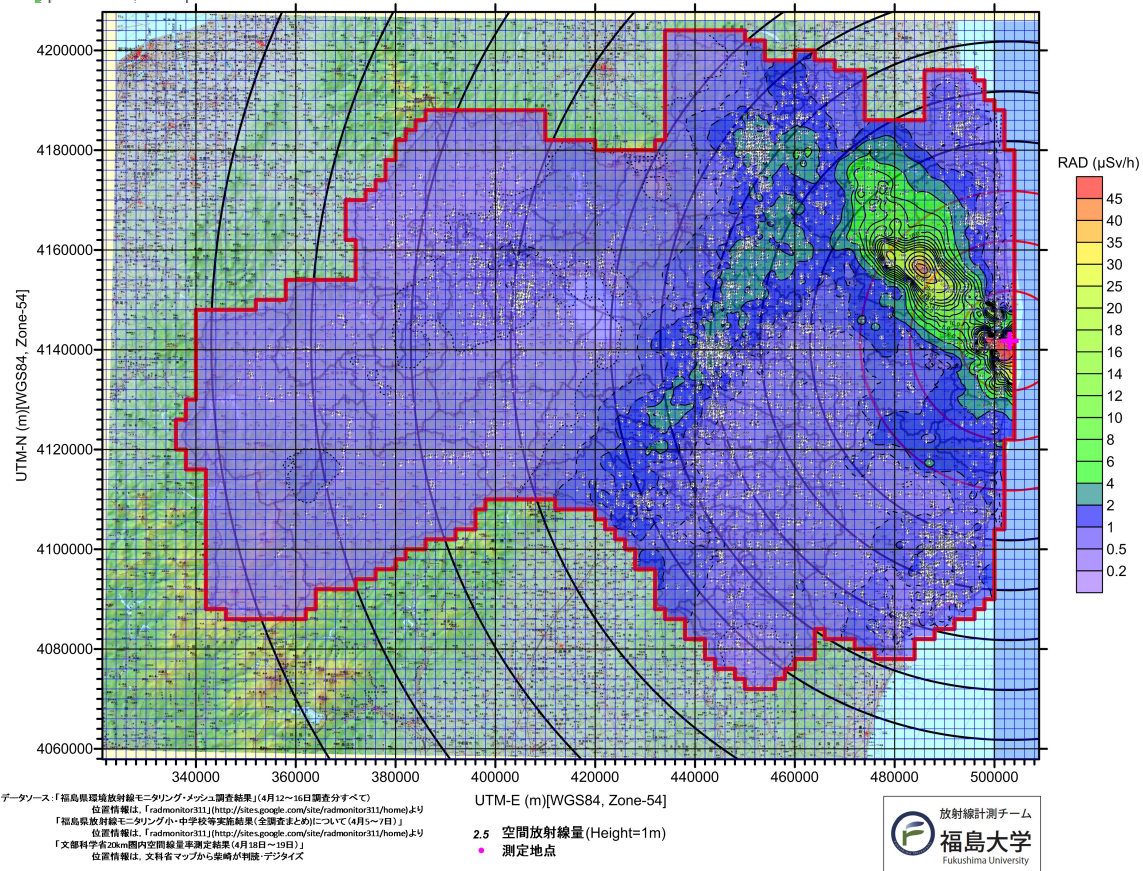
# KURAMA による走行サーベイ結果

## 5月実施、6月15日公表



# 福島大学環境放射線量率地図

## 平成23年6月17日掲載



<http://www.pref.fukushima.jp/nuclear/info/110615.html>



<http://www.sss.fukushima-u.ac.jp/FURAD/FURAD/data-map-fukushima.html>



# 放射性物質の分布状況 等に関する調査研究



5月試行  
6月スタート

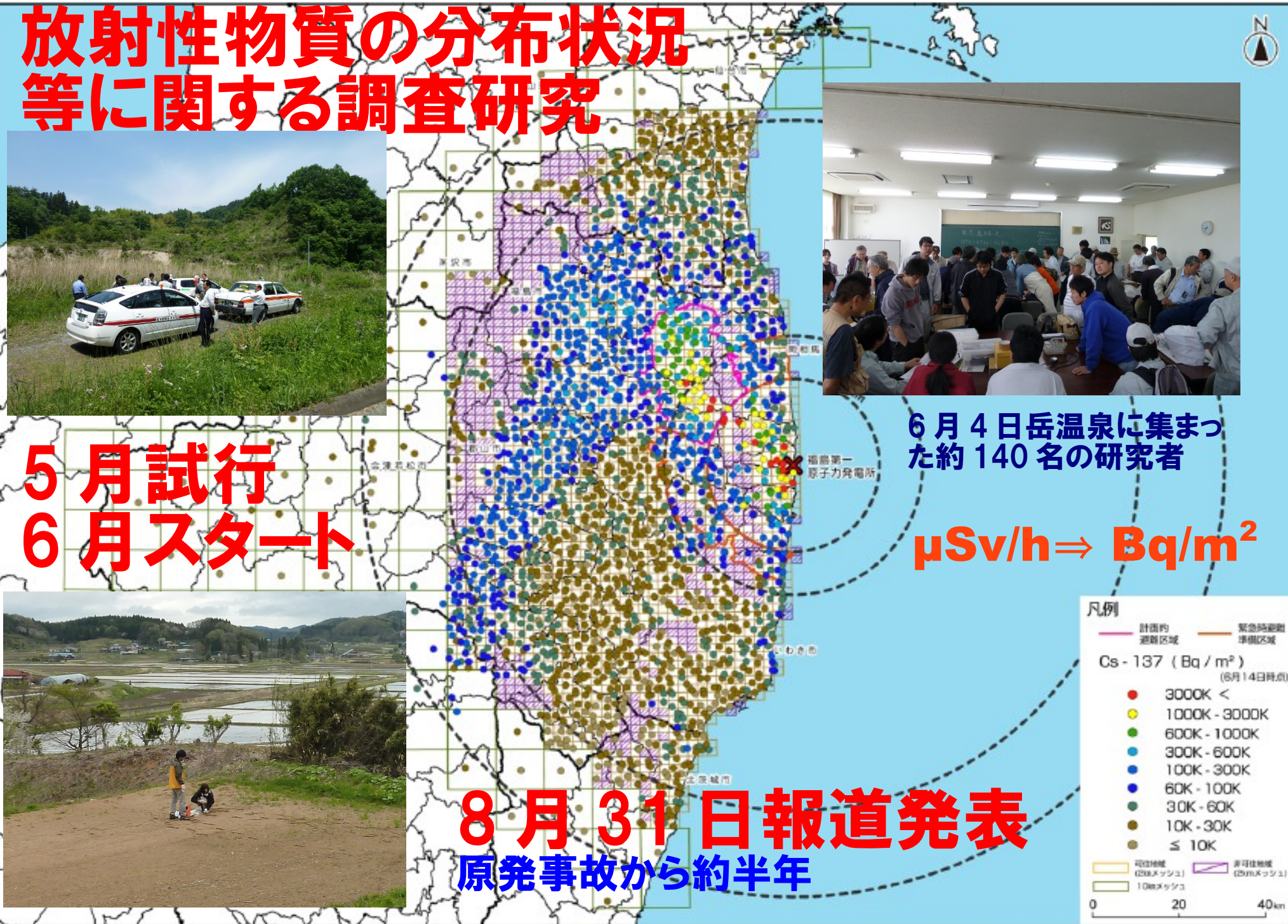


8月31日報道発表  
原発事故から約半年



6月4日岳温泉に集まった約140名の研究者

$\mu\text{Sv/h} \Rightarrow \text{Bq/m}^2$





# 半年間で放射能汚染マップの整備が進んだ

チェルノブイリの事例と比較すると作成自体は早かったのだが.....

別紙1

## 研究者の視線は？

### 【世界の中の日本】

⇒ チーム文科省

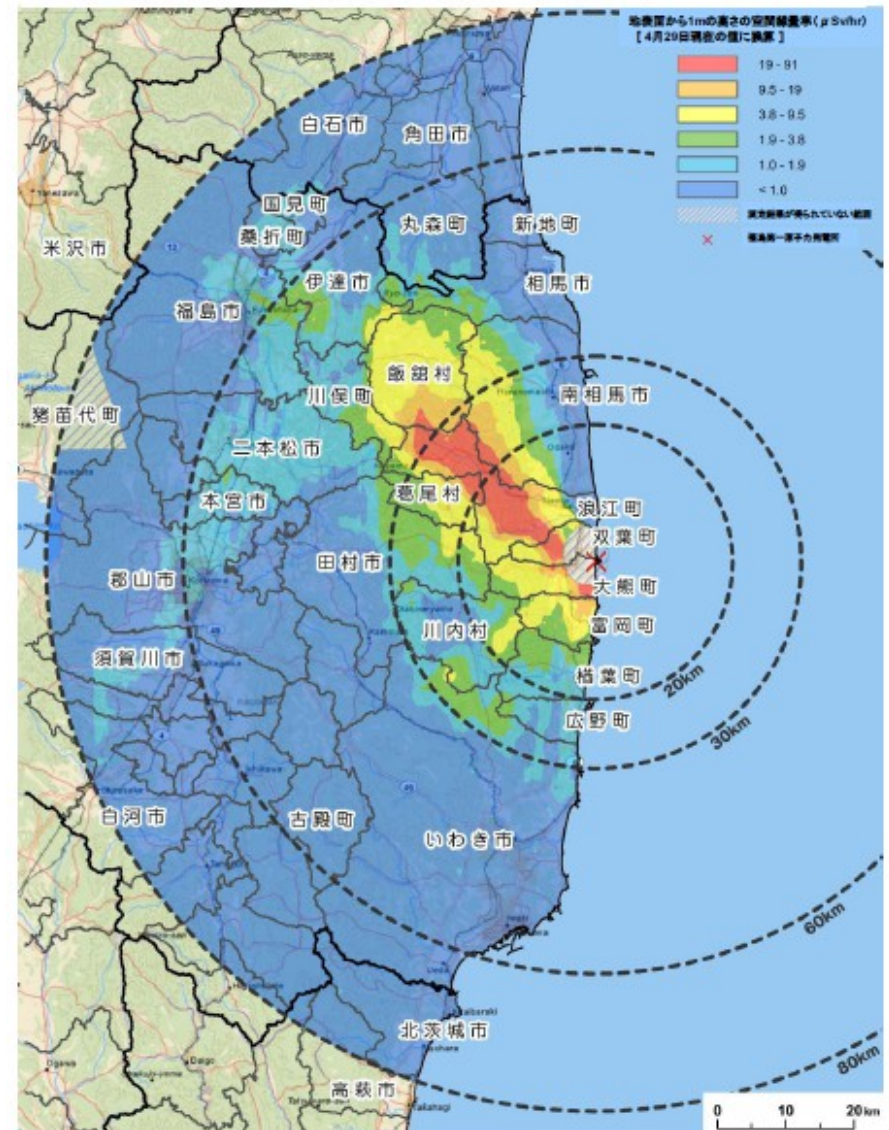
- 放射性物質の沈着の様式と今後の移行
- 世界に向けた発信が目的

### 【日本の中の地域】

⇒ チーム千葉大学

- 地域の思いに寄り添う
- 地域の安全・安心

文部科学省及び米国DOEによる航空機モニタリングの結果  
(福島第一原子力発電所から80km圏内の線量測定マップ)







平成 23 年度科学技術戦略推進費

放射性物質による環境影響への対策基盤の確立

福島 陸域・水域モニタリング大学連合チーム 第2期  
FUKUSHIMA RADIATION MONITORING OF WATER, SOIL AND ENTRAINMENT

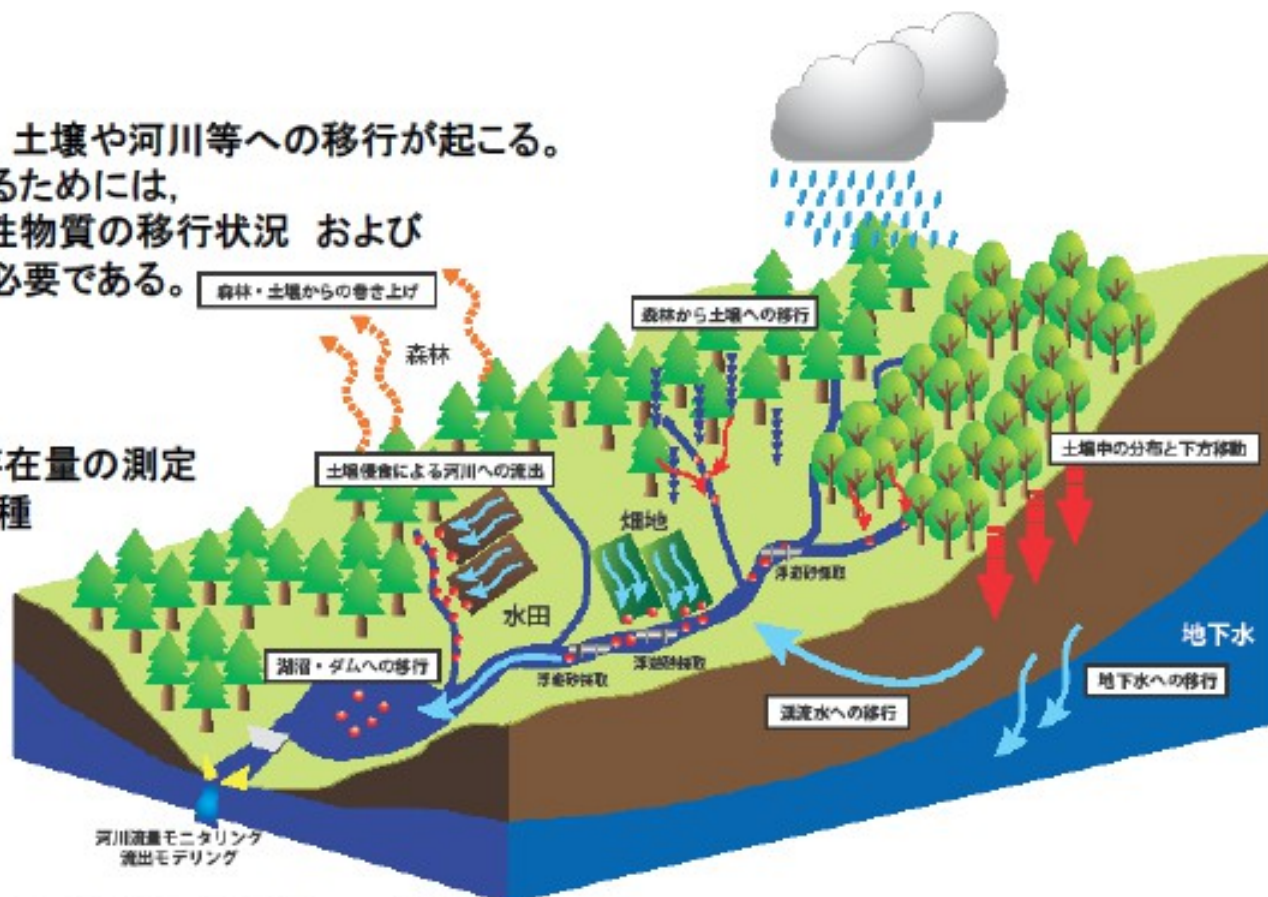
# 【世界の中の日本の役割】

## 実態の把握こそが 科学者の役割

### 目的

地表面に降り積もった放射性物質は、その後、土壌や河川等への移行が起こる。今後の放射性物質の蓄積量の変化を予測するためには、  
①土壌、②地下水、③河川水 における放射性物質の移行状況 および樹木や土壌からの巻き上げ量モニタリングが必要である。

そのため、本チームでは、  
・様々な土地利用の地域での放射性核種の存在量の測定  
・森林を含む様々な土地利用からの放射性核種の再飛散量の測定  
・森林内にタワーを建て、樹冠・幹・枝・林床に付着している放射性核種のモニタリング（ポータブルゲルマを用いる）  
を継続的に行う。



・水の移動に伴う、放射性核種の土壌水・地下水・渓流水・河川水への移行調査  
・様々な土地利用での土壌区画からの土砂および放射性核種の河川への移行  
・水田にからの浮遊土砂、放射性核種の河川への移行  
・河川・湖沼での浮遊土砂・流量・濁度の連続モニタリングにより河川からの放射性核種の海への移行量を測定する。



福島原発事故によって大気中に放出された放射性核種は、東日本に広範囲に拡散し、地表に降り積もった。放射性物質は、水や土壌、植物などに吸着され、水や土壌の移動にともなって河川等へ移行する。そのため、環境中の放射性物質の蓄積量の変化を予測するためには、放射性物質の空間分布と、水や土壌による移行状況をモニタリングする必要がある。

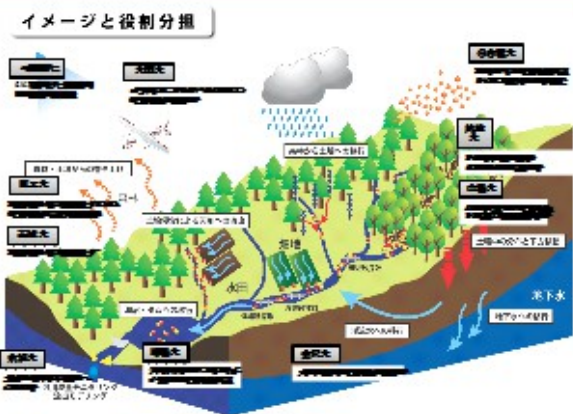


図1 本プロジェクトのイメージと研究分担

- 福島県伊達郡川俣町の口太川流域において、原発事故による放射性物質の分布と、水土砂移動に伴う移行状況調査を行った。
- 放射性セシウムは、大部分が表層5cmの土壌に吸着されている。森林、特に原発事故時に落葉していた広葉樹ではリター層への蓄積が多い(全体の90%以上)。
- スギ林では、葉の放射性セシウム濃度が高く、樹冠部で放射性セシウムの計数率が大きい(樹冠による核種の遮断と捕捉)。
- 流域内土壌の放射性セシウムの蓄積量と河川水、川底土の濃度に関連が見られた(河川水と川底土の間で交換の可能性)

## 研究対象地域

福島県伊達郡川俣町の口太川流域を試験流域とし、同町の山木屋地区(計画避難区域)を集中調査地域に選定した。



図2 試験流域の位置



図3 集中調査地域の概略図

## 調査・観測項目

- 集中調査地域の観測サイト
- 森林サイト(スギ壮齢林・若齢林、広葉樹混合林)
  - 耕作地サイト(タバコ畑等2サイト)
  - 牧草地・採草地サイト(2サイト)
  - 水田サイト(1サイト)
  - 学校グラウンド(1サイト)

- 観測項目(図5参照)
- 水・土砂・放射性物質のフラックス
  - 水サンプル(林外雨、林内雨、樹幹流、土壌水、地下水、河川水、湖水、etc)
  - 土壌サンプル(土壌、侵食土砂、河川濁質、etc)
  - ダストサンプル(耕作地、学校校庭、森林、etc)



図4 集中調査地域における観測機器の設置状況



図5 集中調査地域における観測内容



# 調査・観測項目

## 集中調査地域の観測サイト

- 森林サイト（スギ壮齢林・若齢林，広葉樹混合林）
- 耕作地サイト（タバコ畑等 2サイト）
- 牧草地・採草地サイト（2サイト）
- 水田サイト（1サイト）
- 学校グラウンド（1サイト）

## 観測項目（図5参照）

- 水・土砂・放射性物質のフラックス
- 水サンプル（林外雨，林内雨，樹幹流，土壌水，地下水，河川水，湖水，etc）
- 土壌サンプル（土壌，侵食土砂，河川濁質，etc）
- ダストサンプル（耕作地，学校校庭，森林，etc）



川俣町 山本郷地区(計画的観測区域)

図4 集中調査地域における観測機器の設置状況



図5 集中調査地域における観測内容



# 放射性物質の動態については明らかにされつつあり、研究者コミュニティには発信されている

## 調査結果

### ■森林内の放射性セシウム セシウムの垂直分布

ポータブルゲルマニウムγ線検出器による放射性セシウムのモニタリング

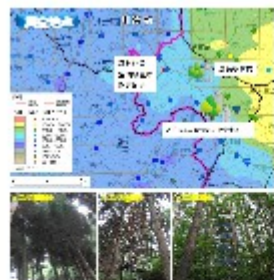


図6 森林サイト観測タワー

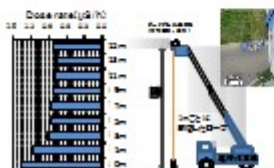


図7 林外における空間線量率の垂直分布

●地表面に近いほど空間線量率が高い

- スギ林では樹冠部の放射性セシウム計数率が大きい→樹冠に捕捉
- 広葉樹混合林では地表付近の計数率が高い→林床に蓄積

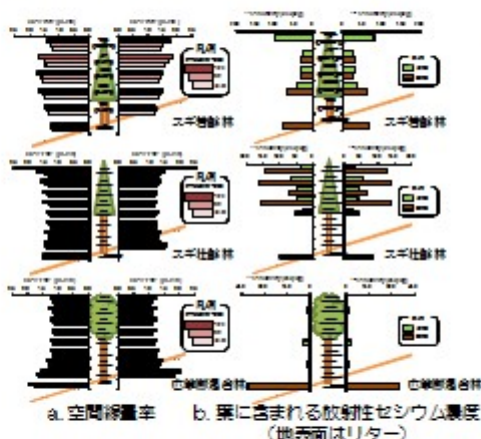
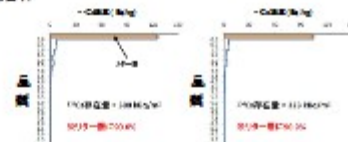


図8 森林における放射性セシウムの垂直分布

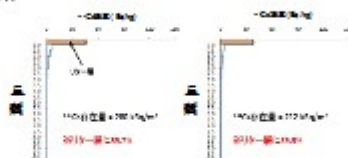
### ■土壌中の放射性セシウムの深度分布

スクレーパープレートを用いて、0-5 cm深の土壌を0.5 cm間隔で、5-30 cm深の土壌を1.0 cm間隔で採取

①広葉樹混合林



②スギ若齢林



③スギ壮齢林

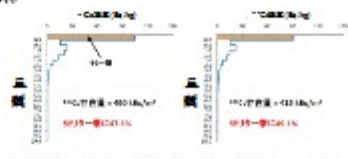


図9 森林サイトにおける放射性セシウムの深度分布

- 林床の放射性セシウムは、表層5cmより浅い土壌に吸着されている。広葉樹混合林とスギ若齢林では、放射性セシウムの約90%以上がリター層に存在
- ポータブルゲルマニウム検出器を用いて、樹冠・林床の放射性セシウム濃度の時間変化のモニタリングを継続中

### ■河川水、川底土の放射性セシウム濃度と 流域内土壌の放射性セシウム存在量の関係

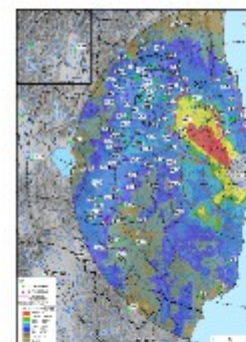


図10 土壌調査による放射性セシウムの蓄積量の空間分布

流域内土壌の放射性セシウム存在量が多いほど、川底土の放射性セシウム濃度が高くなる傾向

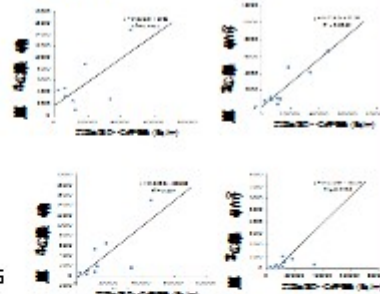


図11 流域内土壌の放射性セシウム存在量と川底土の放射性セシウム濃度の関係

流域内土壌の放射性セシウム存在量が多いほど、河川水の放射性セシウム濃度が高くなる傾向が見られた

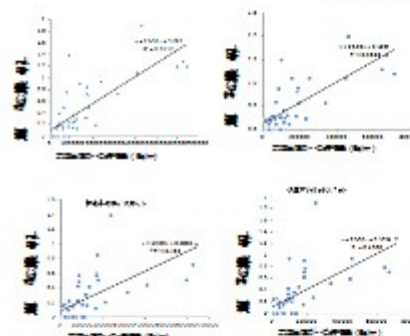


図12 流域内土壌の放射性セシウム存在量と川底土の放射性セシウム濃度の関係

河川水と川底土の間で放射性セシウムの交換?

# 放射能汚染地域で暮らす、暮らさざるを得ない人々はどうなっているのか？



# チーム千葉大学は川俣町山木屋地区(計画的避難区域)における除染・帰還の“目的の達成”を地域と共有する

● 地域に寄り添う

**地域主体原則**

● 目的の達成を共有

● その中で研究者の役割を果たす

川俣町山木屋地区



さて食へるための里を造らねばならぬ  
川俣町の菅野源勝さん  
(64)も「ハードルは多い  
し高いが、やるしかない」と前を向く。

約40年間、計画的避難区域に指定された山木屋地区にある田畑でコメや大豆を作ってきた。昨年は、放射性物質を吸収すると言われるケナフやキノアを試験栽培した。

「いつ帰れるか、農業が再開できるかわからないけど、とにかく帰るってことを前提に物事を進めないと気がめいっちゃう」

朝日新聞 2月24日「今伝えたい千人の声」  
現代農業 7月号「帰るために前へ進む」

(経産省 HP)



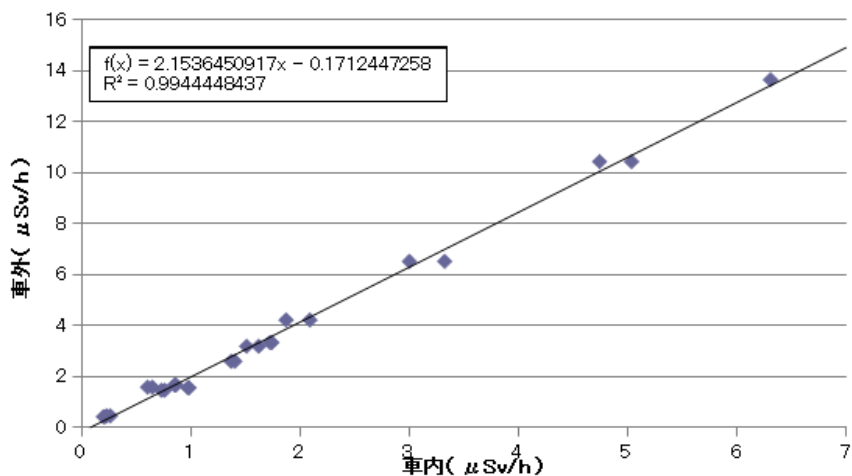
# チーム千葉大学「地域主体原則」

まず、詳細な汚染の状況を知りたい



# 走行サーベイを実施 地上 1m の空間線量率測定

車外(100cm)と車内の放射線量(エアウェイブ)



8月川俣町で実施



GPS と連動する  $\gamma$  線スペクトロメーター RT-30

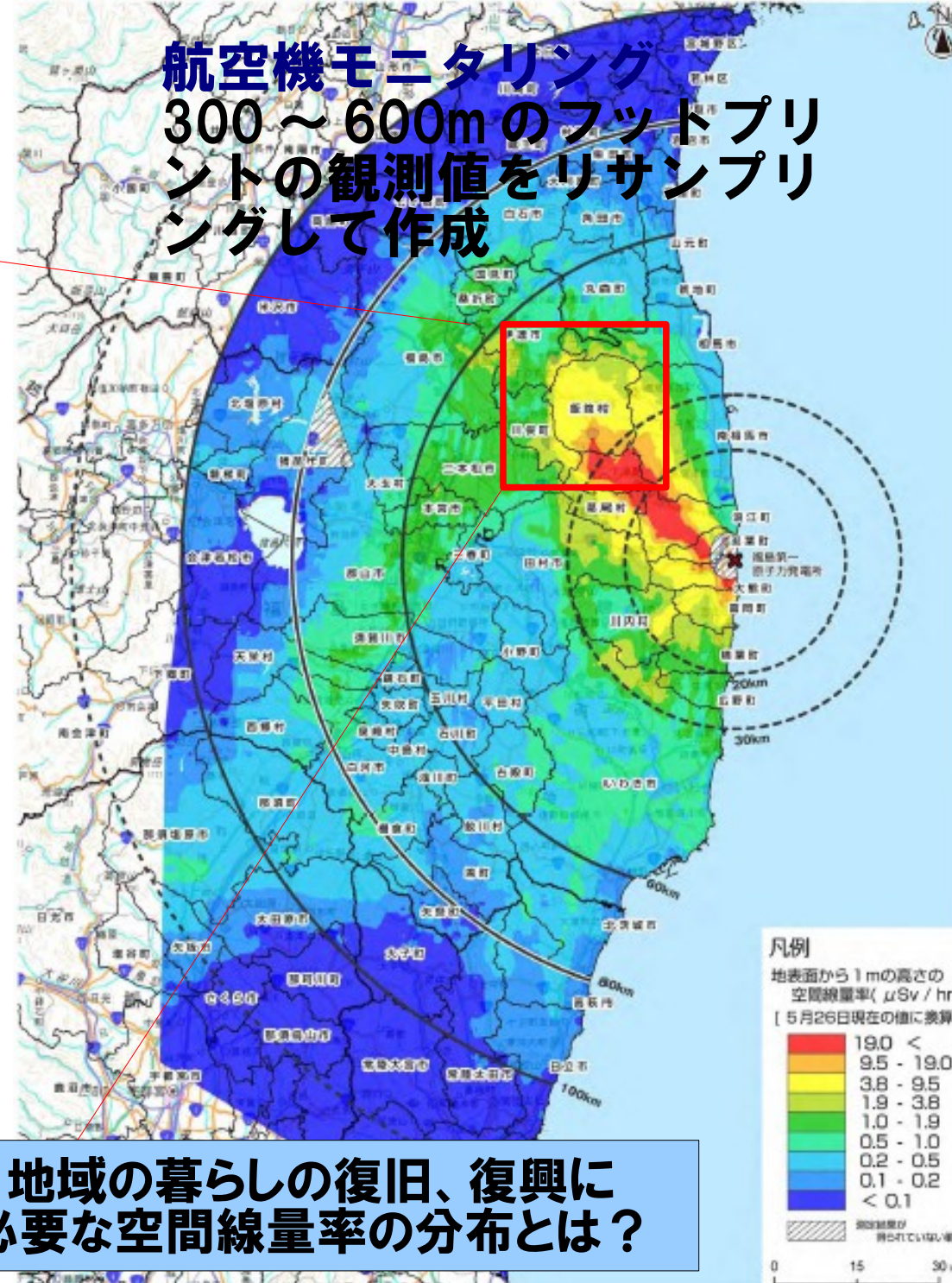
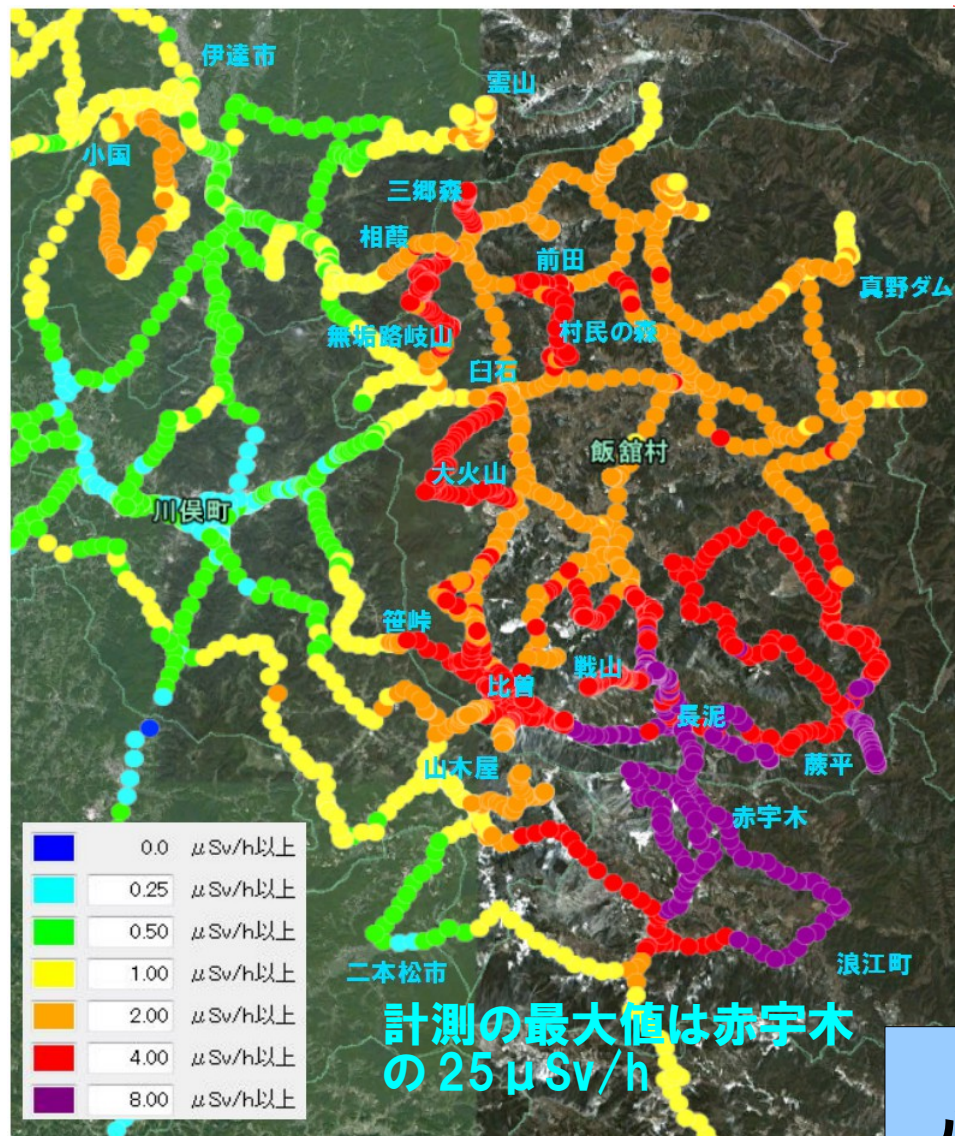
幹線以外も走行し、  
詳細なマップを作成



文部科学省及び米国DOEによる航空機モニタリングの結果  
(東京電力(株) 福島第一原子力発電所から約100km圏内の線量測定マップ)

空間線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) は土地被覆によって不連続に変わる。  
⇒ 成果は「負けねど飯館」へ

航空機モニタリング  
300 ~ 600m のフットプリントの観測値をリサンプリングして作成



地域の暮らしの復旧、復興に必要な空間線量率の分布とは？

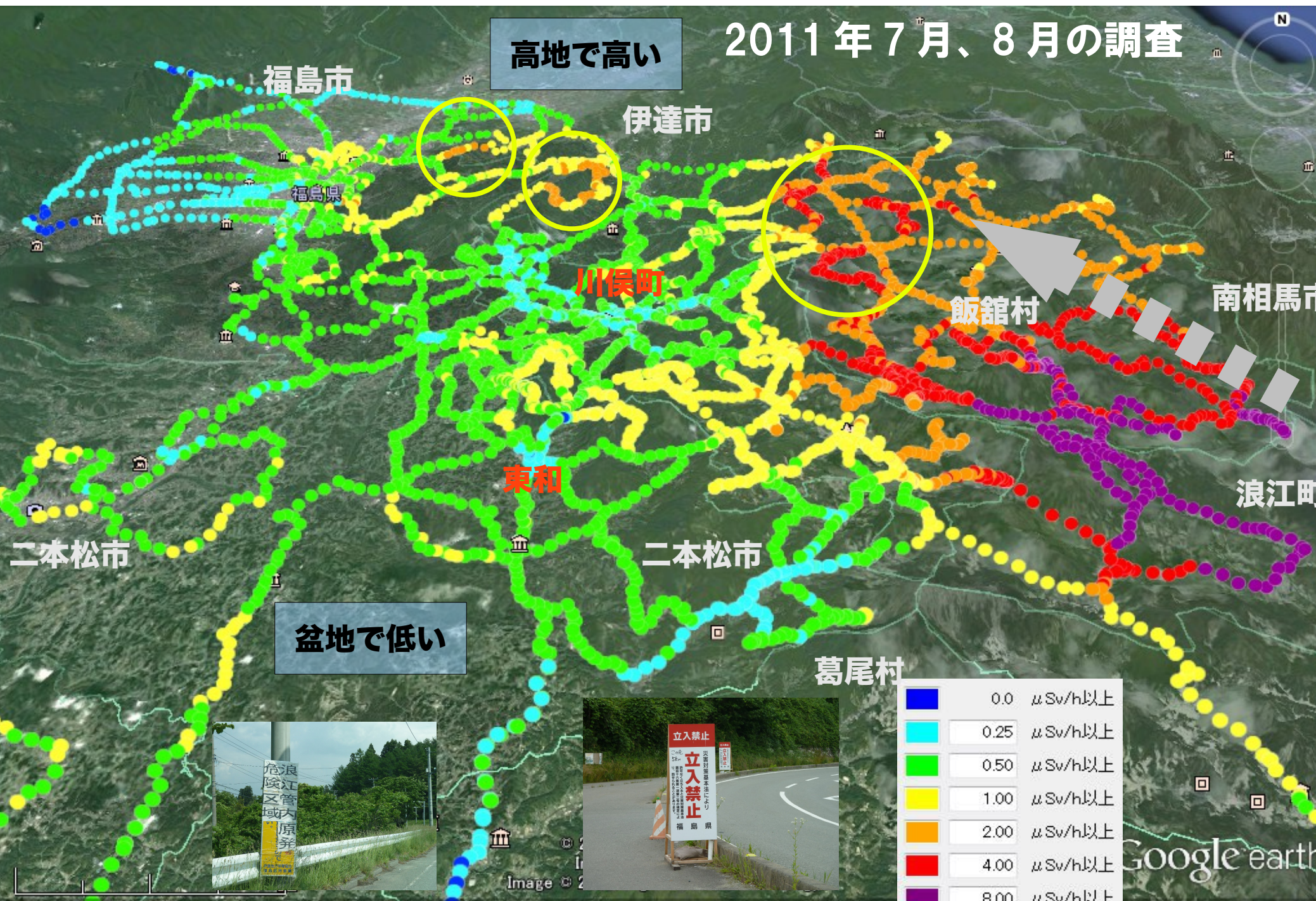
チーム千葉による7月調査結果



# 2011年7月、8月の調査

高地で高い

盆地で低い



Blue	0.0	μSv/h以上
Cyan	0.25	μSv/h以上
Green	0.50	μSv/h以上
Yellow	1.00	μSv/h以上
Orange	2.00	μSv/h以上
Red	4.00	μSv/h以上
Purple	8.00	μSv/h以上



画像取得日: 2011/4/10

37° 32'11.23" N 140° 32'12.52" E 標高 289 m

高度 22.03 km







# より詳細な空間線量率分布の測定の必要性

## 歩行サーベイ

山村の暮らしは田畑、住居、里山を含む小流域における水・物質循環のもとで成り立っている

- 空間線量率計の位置を地上 1m 高に調整
- GPS と同期
- 山地斜面を歩行












★：採水地点(放射能ND)

小流域スケールの空間線量率分布は非常に不均質  
(2012年5月4日測定)

2011/7/10

山木屋小学校

空間線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	
	3.000 - 4.000
	2.000 - 3.000
	1.750 - 2.000
	1.500 - 1.750
	1.250 - 1.500
	1.000 - 1.250
	< 1.000

国道(富岡街道)沿いは  
 $1\mu\text{Sv/h}$ 程度

Image © 2012 D

© 2012 ZENRIN



集会所



福島第一原発方向

$1\mu\text{Sv/h} \approx 5\text{mSv/y}$

183 m

37° 36'03.52" N 140° 40'34.35" E 標高 544 m

高度 2.38 km

画像取得日: 2011/7/10 2006



★ :採水地点(放射能 ND)

# 山からの水が暮らしを支える 里山流域単位の対策！

空間線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	
●	3.000 - 4.000
●	2.000 - 3.000
●	1.750 - 2.000
●	1.500 - 1.750
●	1.250 - 1.500
●	1.000 - 1.250
●	< 1.000

1 $\mu\text{Sv/h}$ ≒5mSv/y



(2012年5月5日測定)

二本松方面

## 国の除染は居住地から 20m

© 2012 ZENRIN

Google earth

画像取得日: 2011/7/10 2006

37° 36'28.32" N 140° 38'48.77" E 標高 608 m

高度 3.12 km



# 県道 62 号線沿い水田の空間線量率の空間分布

川俣町市街地方向

2012年1月28,29日



2012年5月5日



- ・ 積雪による減衰
- ・ 南西方に空間線量率減少
- ・ 表面汚染密度と対応



空間線量率  
( $\mu\text{Sv/h}$ )

●	3.000 - 4.000
●	2.000 - 3.000
●	1.750 - 2.000
●	1.500 - 1.750
●	1.250 - 1.500
●	1.000 - 1.250
●	< 1.000

- 汚染の程度は場所によって異なる  
一律除染、線引き？

汚染地図を  
ベースに



# 里山流域単位の GIS -暮らしスケールの除染

## 2007 年撮影オルソ空中写真、基盤図情報と重ね合わせ



冬期の空中写真  
であるので、常  
緑樹と落葉樹の  
区別が容易

高標高部で空間  
線量率が高い

常緑針葉樹林で  
空間線量率が高  
い傾向が認めら  
れる

空間線量率  
( $\mu\text{Sv/h}$ )

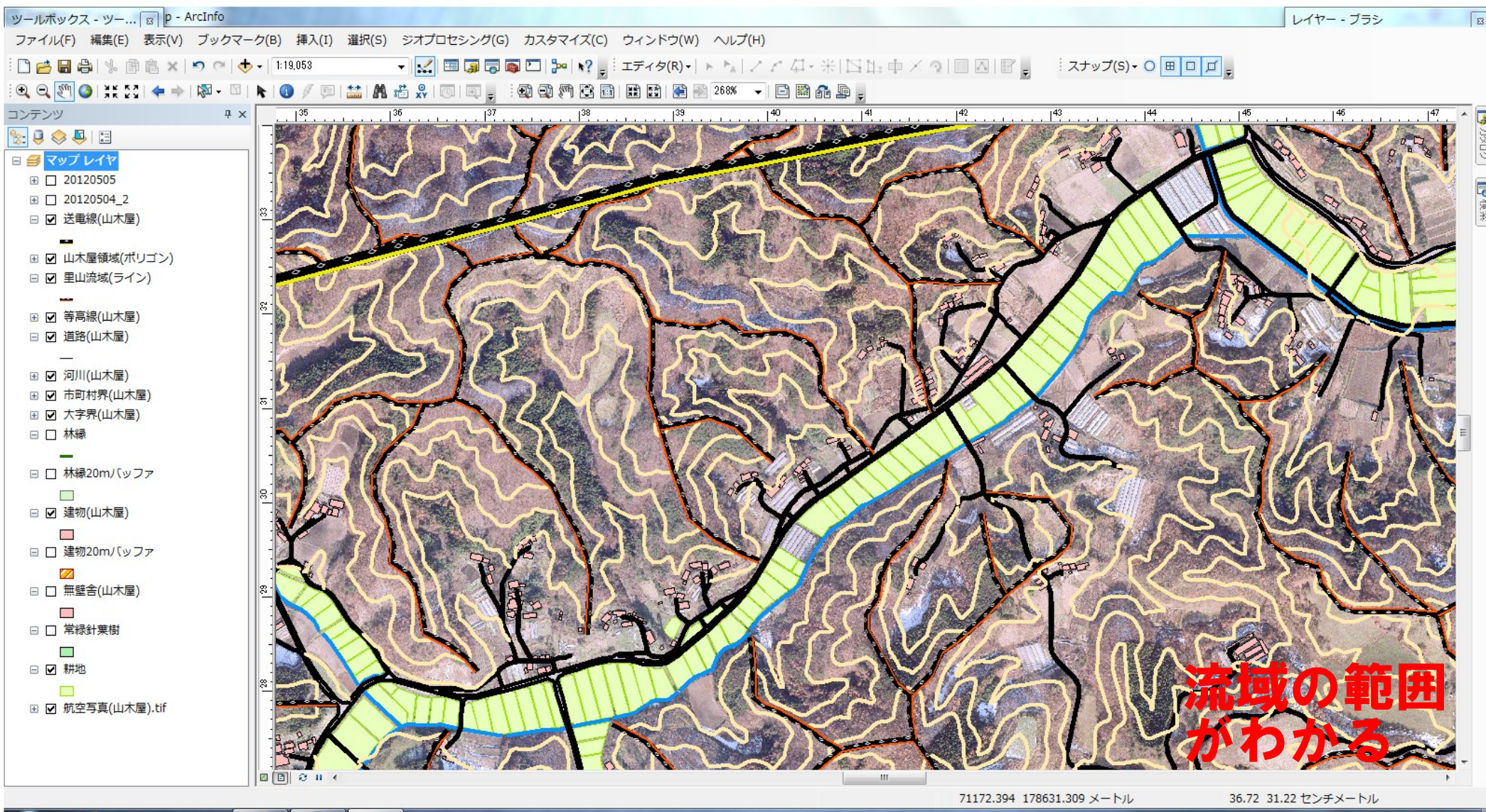
●	3.000 - 4.000
●	2.000 - 3.000
●	1.750 - 2.000
●	1.500 - 1.750
●	1.250 - 1.500
●	1.000 - 1.250
●	< 1.000



# 地理情報システムの画面

- 平面直角座標系（公共座標系）第9系をベースに様々な地理情報を重ね合わせ
- 道路、建物、圃場、．．． さらに、水源井、灌漑排水系、溪流、．．．
- **里山流域の範囲**

## 森林域全域除染？ 対策を施す単位は流域、流域の分布と特徴を知る必要



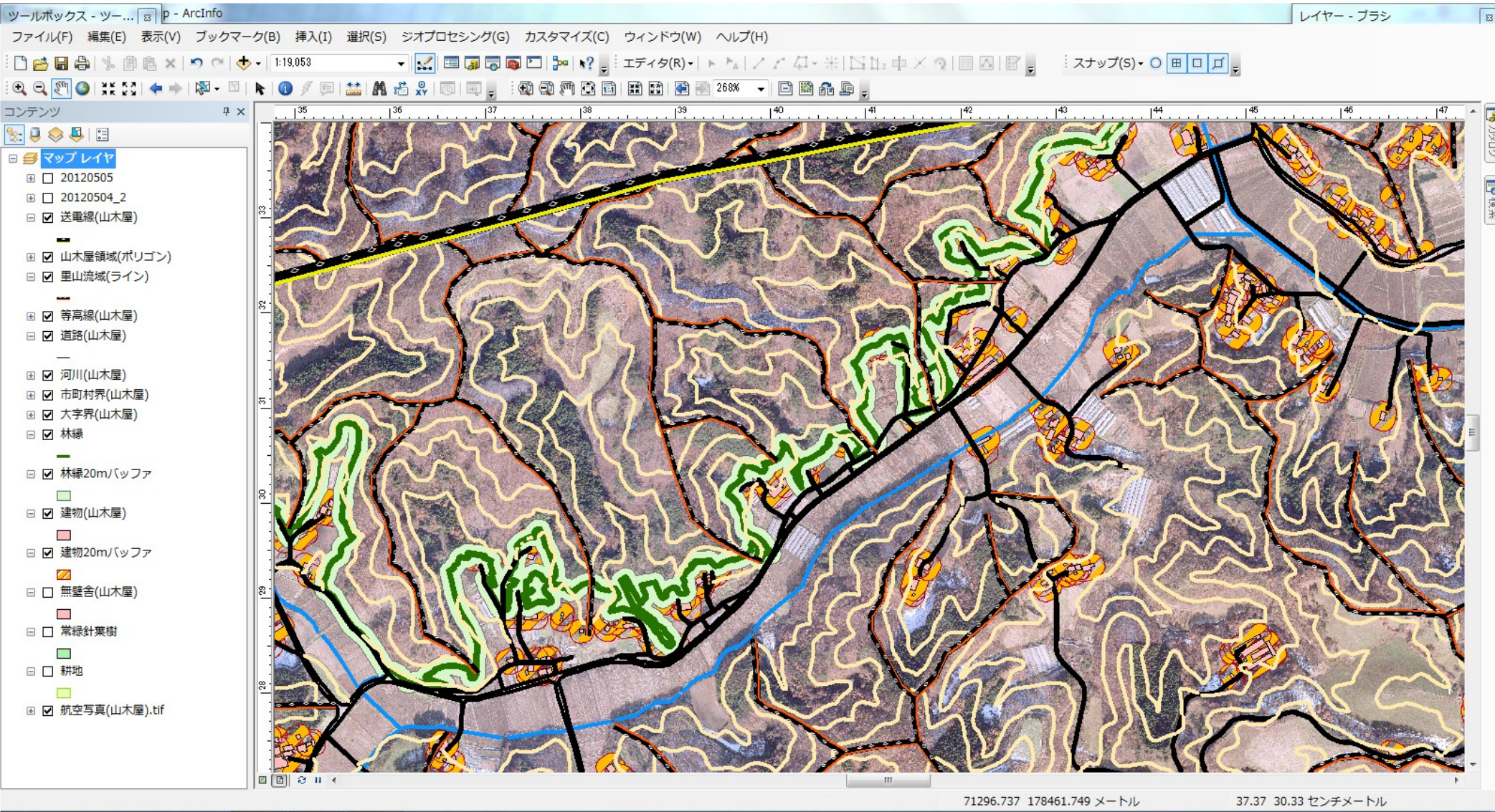


# 地理情報解析

- 建物から 20m の範囲は？
- 林縁から 20m の範囲は？



流域が暮らしの単位、現行の除染範囲では暮らしの安心は得られない



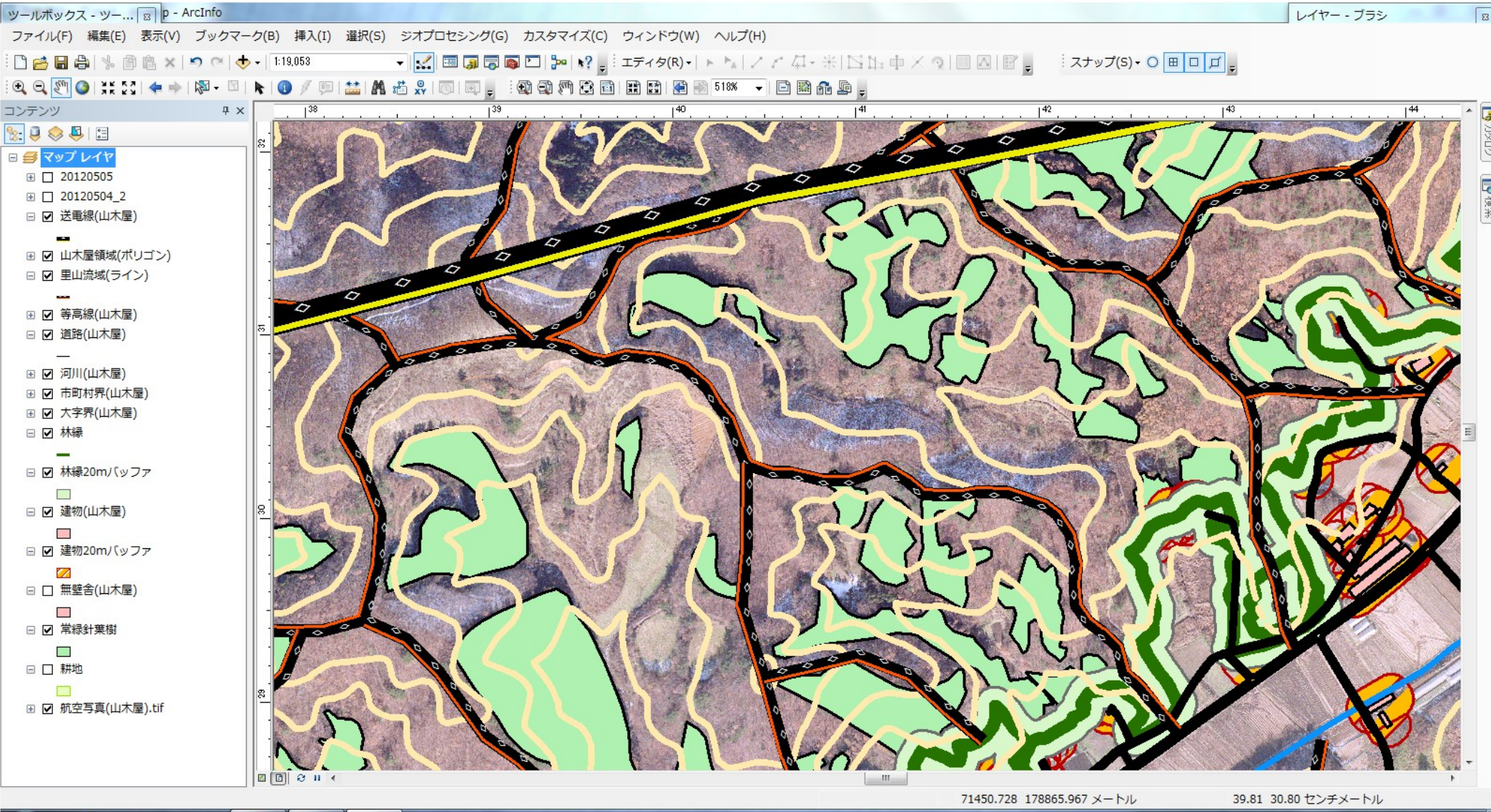


# 地理情報解析

- 常緑針葉樹林の場所、面積は？

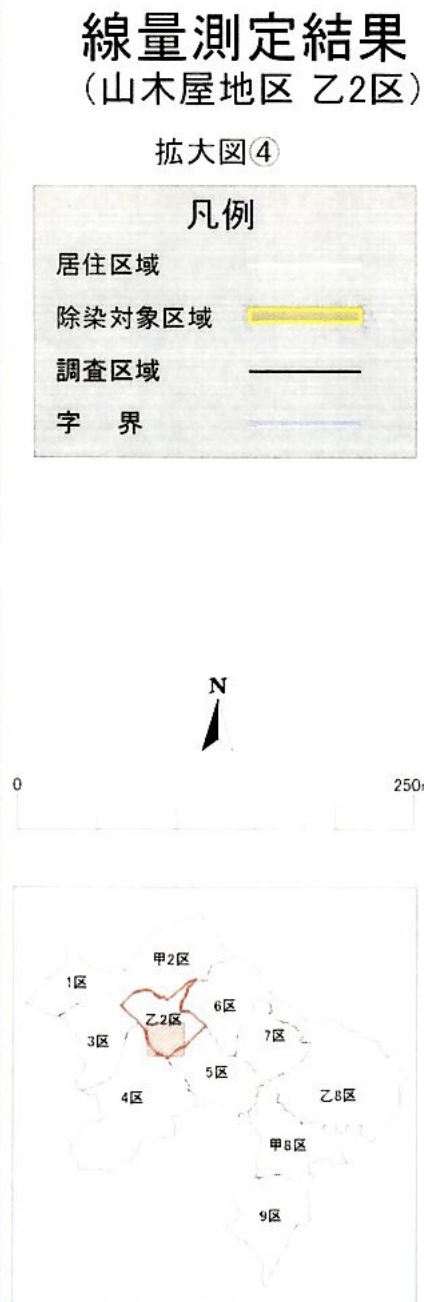
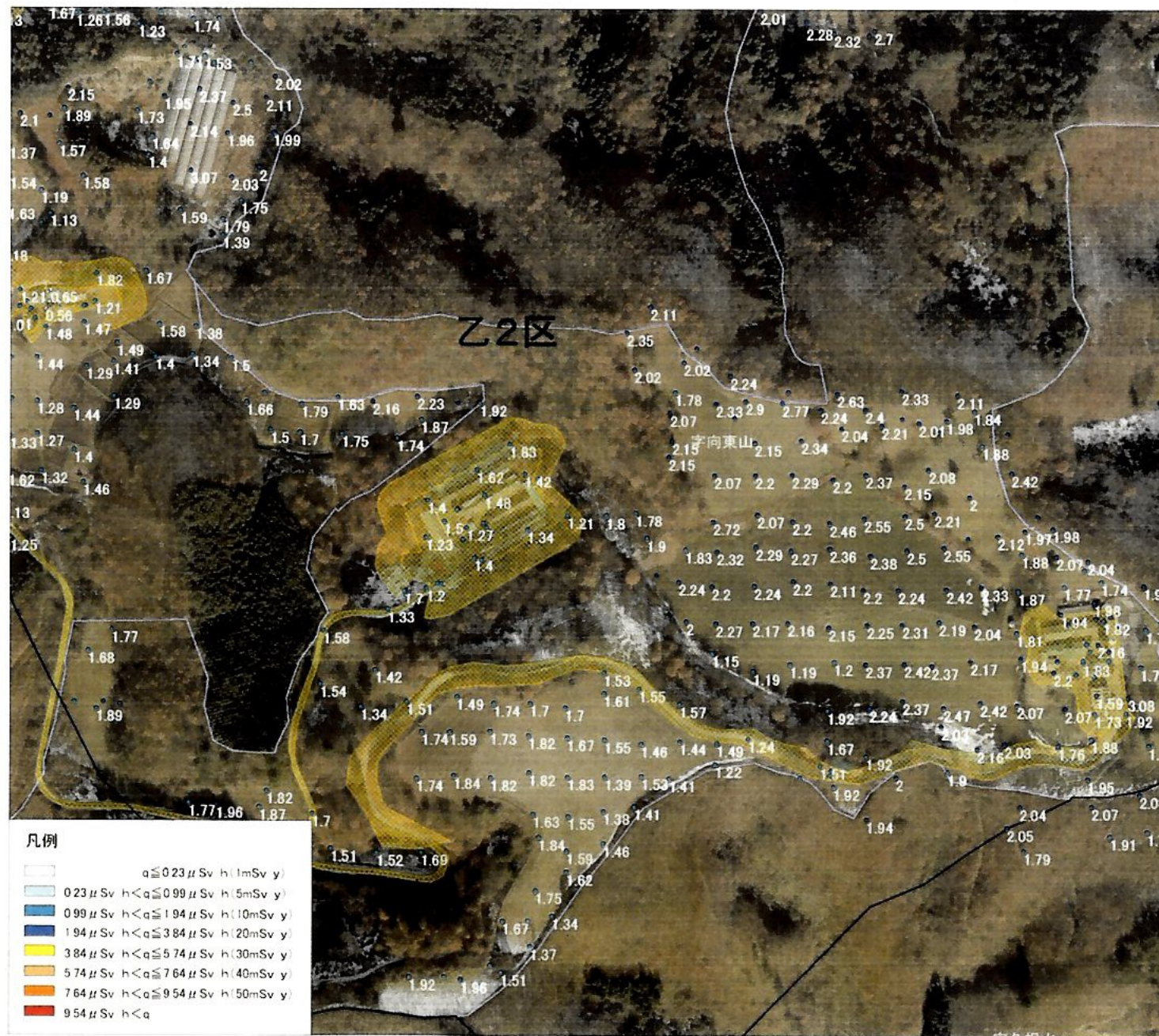


まだ樹冠にセシウムが残存している常緑針葉樹林と林床にセシウムが沈着した落葉広葉樹林で対策は異なり、その分布は流域でも異なる





# 国による除染範囲は道路、住宅から20mの範囲



(環境省による除染説明資料)











歩行サーベイ  
2012年10月13日  
2012年11月08日  
(測器RT-30)

空間線量率  
( $\mu\text{Sv/h}$ )

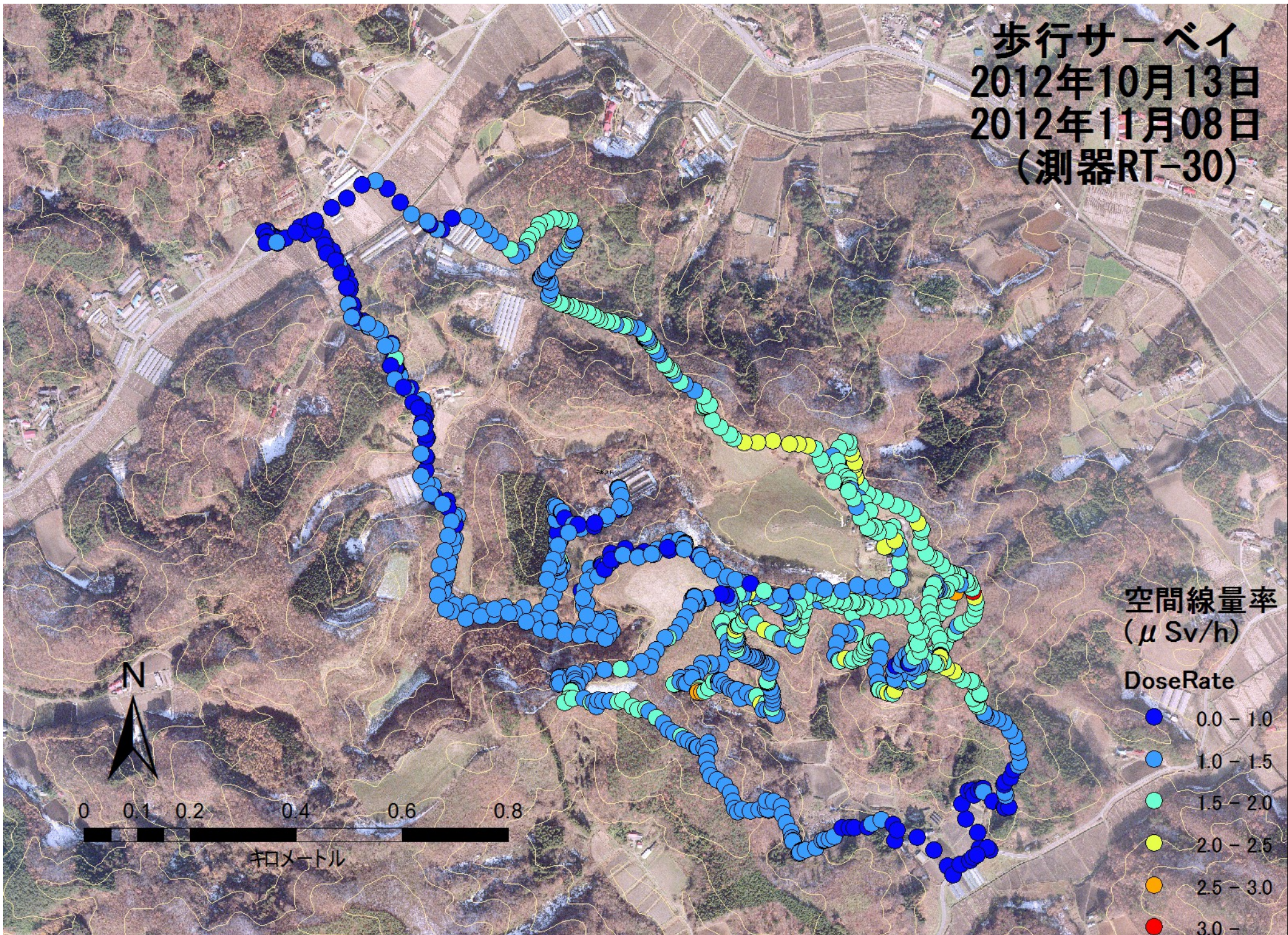
DoseRate

- 0.0 - 1.0
- 1.0 - 1.5
- 1.5 - 2.0
- 2.0 - 2.5
- 2.5 - 3.0
- 3.0 -



0 0.1 0.2 0.4 0.6 0.8

キロメートル





# 提案

## “田畑・居住空間を含む里山流域単位の放射能対策”

- 生活圏の最小単位としての里山流域
- 里山流域の水循環の保全



### 問題点・批判

- コストがかかる  
⇒流域ごとの中技術・小技術による対策 **— 治山・緑化の経験 —**
- 誰がやるのか  
⇒自分たちの手で復興を **— 自助・共助：地域は自分たちで守る —**

## 提案型合意の形成

つらい合意ではなく希望のある合意

様々な問題を乗り越えて、皆が幸せになる方策を学会から



2012年5月6日 国道399号線、飯舘村、長泥の峠の桜、「ようこそ花の里長泥へ」  
向こうの山の辺りは浪江町、赤宇木 放射能汚染の酷い地域のひとつ  
天気良ければ霞んだ稜線の向こうには東電福島第一原発も見えるはず



2012年7月に長泥は帰宅困難区域に指定され、立ち入りが禁止されました。



# 首都圏と地方の関係性

## 近代文明社会における関係性の喪失

電気料金値上げ！  
私には関係ないことなのに！！ (2011年5月)

@なぜ関係ないと考えるか

市場経済の仕組み  
お金に価値を変換して関係性を断つ！

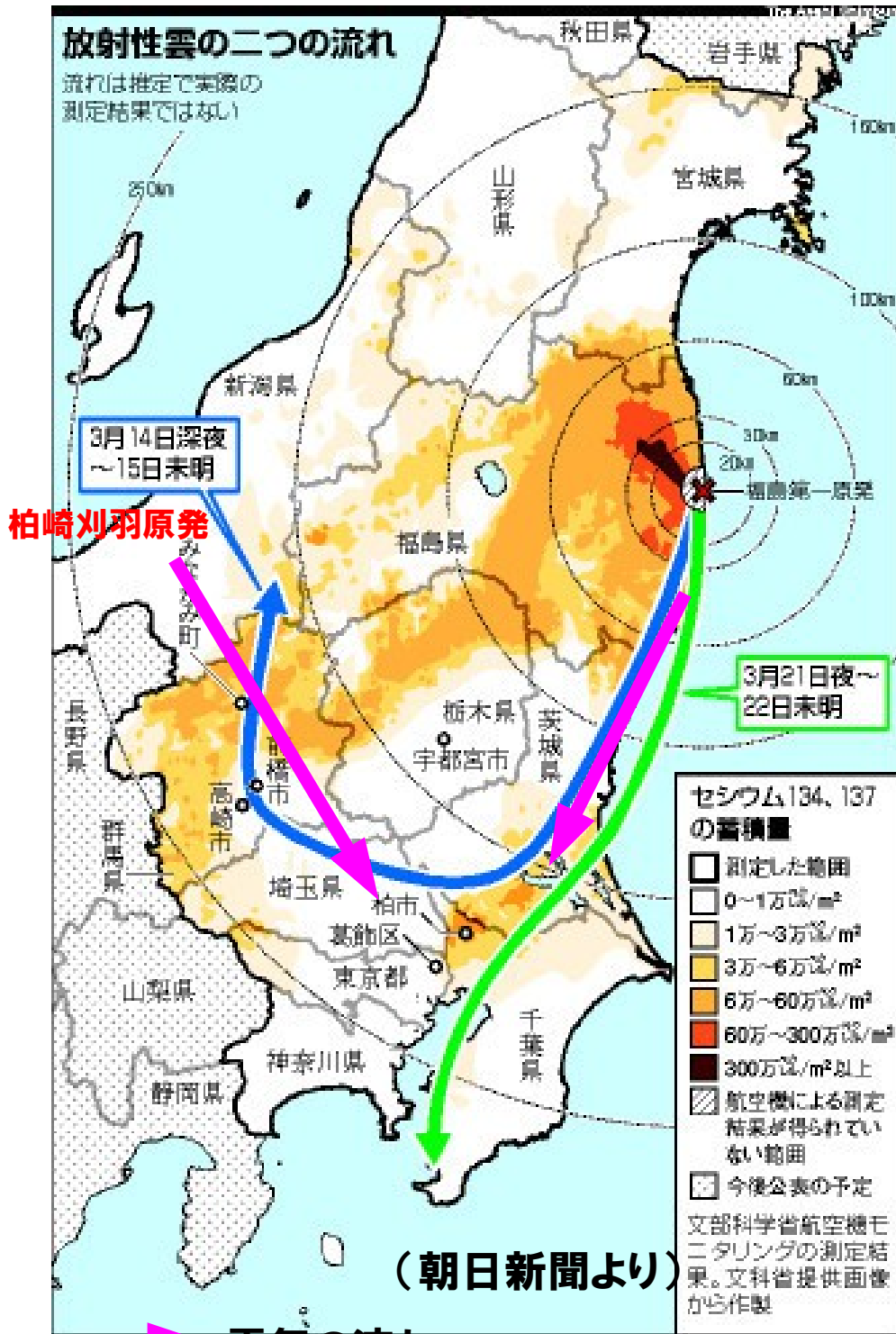
@首都圏の住民と福島の関係

福島で作られた電気を使う！  
関係性がある！ リスクは福島！？

@流域の向こうから電気を得る首都圏  
柏崎刈羽原発  
JR 東日本の信濃川発電所

中央と地方の関係性を認識  
しなければならない

受益者・受苦者問題

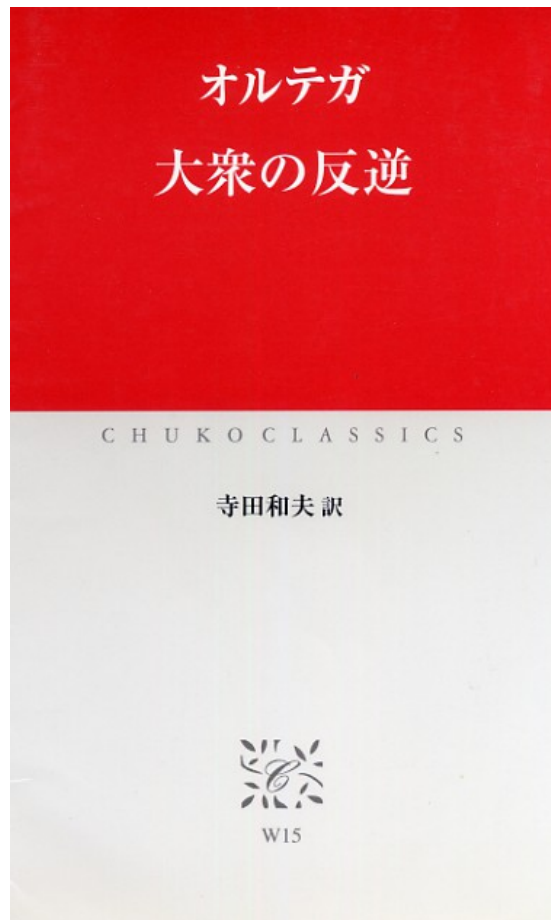




何を信じていいかわからない  
おれは文系だからわからない

近代文明の衰退

## 文明社会の野蛮人(オルテガ、小林信一)



近代文明が誰のどんな努力によって成り立っているのか、どのような仕組みで動いているのか、どんなコストを払っているのか... .これがわからなくなると文明は衰退する

原子力の恩恵を受けるためには原子力について正しく知っていることが近代文明人としての正しい態度ではないか

原子力の管理を人任せにするということは？





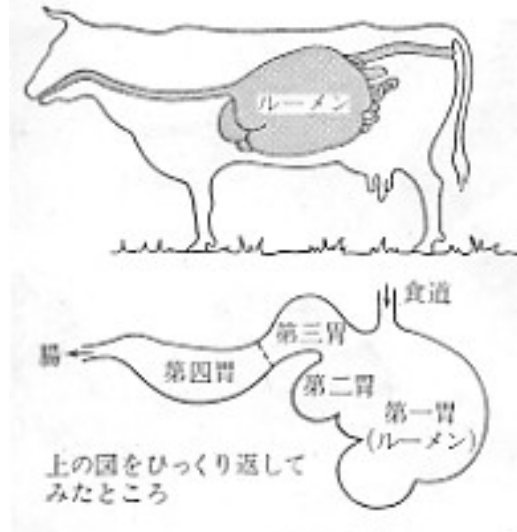
どんな社会をめざすか



# 栗原 康 著 有限の生態学—安定と共存のシステム— 岩波新書 949 (絶版)

共栄のシステム	牛のルーメン	石油文明
共貧のシステム	フラスコの中のミコロコズム	農村的世界
緊張のシステム	惑星間航行宇宙船	都市的世界

我々はどちらを選ぶべきか？  
共貧のシステムと緊張のシステムの共存は可能か？



二つの世界を行き来できる精神的態度



## 農村計画学会 2011 年度春期大会シンポジウム (4月9日): 会員コメント寄稿文

東北関東大震災はまだ“事中”であり、立派なことを行っても空虚なだけである。中越の山古志村でさえ復興に三年かかった。とにかく復興まで注視し続けることが安全な場所にいる者の最低限の責務だと思う。

今回の震災で明確になった点は大都市と農山漁村、中央と地方の関係である。首都圏の電力は福島に多くを依存していた。福島原発だけではなく、JR 東日本信濃川発電所、東電柏崎刈羽原発... 首都圏の電力は分水界の向こうからやってくる。これからも地方は中央を養うのか。復興がかなった後はこれまでの地方と中央の関係は大きく変わるだろう。

今夏の課題は農業である。原発事故の影響だけでなく、沖積低地の液状化や基盤設備の損傷が広い範囲で報告されている。まず被災した方々に十分な食糧を届けなければならない。そこで、東北内陸部の小規模農家、中山間地で農産物の増産に励み、沿岸部を支援できないだろうか。地域内支援および地方対地方の支援を充実させることで、強い地方を作り、地方の安心を担保できるのではないか。

旧ソ連邦が崩壊したときに食糧危機が起きなかったのは“ダーチャ(菜園付き別荘)”があったからだという話を聞いたことがある。海の民は海の民である。津波に脅かされる沿岸の方々は高所移転が困難であるならば近隣の山間部にダーチャを持つことで将来必ず再来する津波に備えることはできないだろうか。

地方と中央の関係が変われば都市も限界都市化する恐れがある。そこで、都市の周辺の農村を保全し、交流することで人の安全・安心を担保できるだろう。都市近郊の里山の重要性はここにもある。

生態学者の故栗原康は生態系を緊張のシステム、共栄のシステム、共貧のシステムに分類している。人間社会に敷衍すると、石油に依存する共栄のシステムは破綻しかかっている。残された選択肢は共貧のシステムと緊張のシステムだが、農山漁村における“共貧のシステム”(市場経済のもとでの“貧”であり、“不幸”ではない)と、世界に顔を向けた高度管理型都市の“緊張のシステム”を相利共生(片利共生ではなく)させることはできないだろうか。重要な点は両者を自由に行き来できる精神的習慣を現代人が持つことである。その実現において農村計画学会の役割は重要になろう。(3月25日記)



# 圧倒的な現実を眼前にして思うこと

- 科学技術は“問題の解決を共有”するフレームワークの中で役割を果たすべきもの。
- 解くべき問題の前では科学技術の役割は相対化。
- イニシアティブをとる、予算をとる、論文を書く、といった行為は最も重要な行為ではない。  
(研究者村の住人としては大切な仕事だが. . . )

もちろん、科学技術の粋を駆使して、役割を果たす！

- ・ ハイパースペクトル観測（11月予定）
- ・ 自律飛行 UAV による空間線量率観測（申請中）
- ・ 山村水文学－継続的な水文モニタリング（科研申請中）