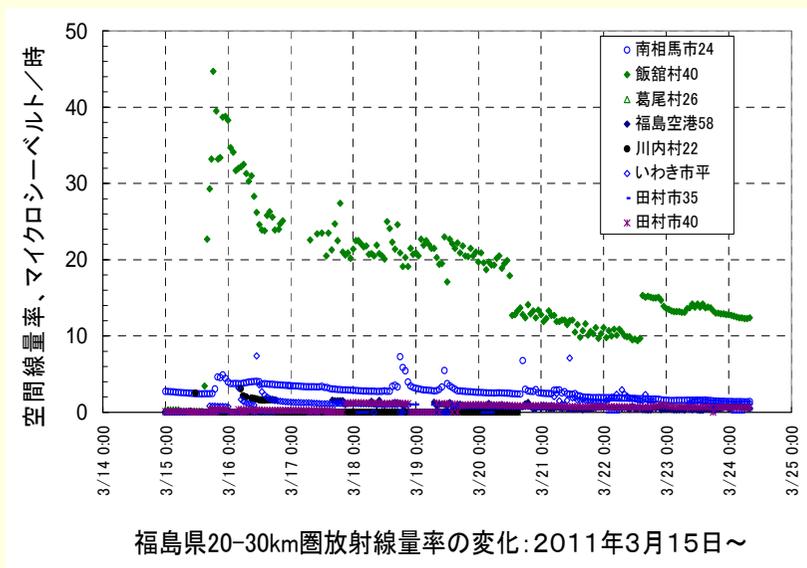


飯舘村全域を対象とする放射能汚染 と初期被曝量評価の試み



今中哲二 京都大学原子炉実験所
飯舘村放射能汚染調査グループ

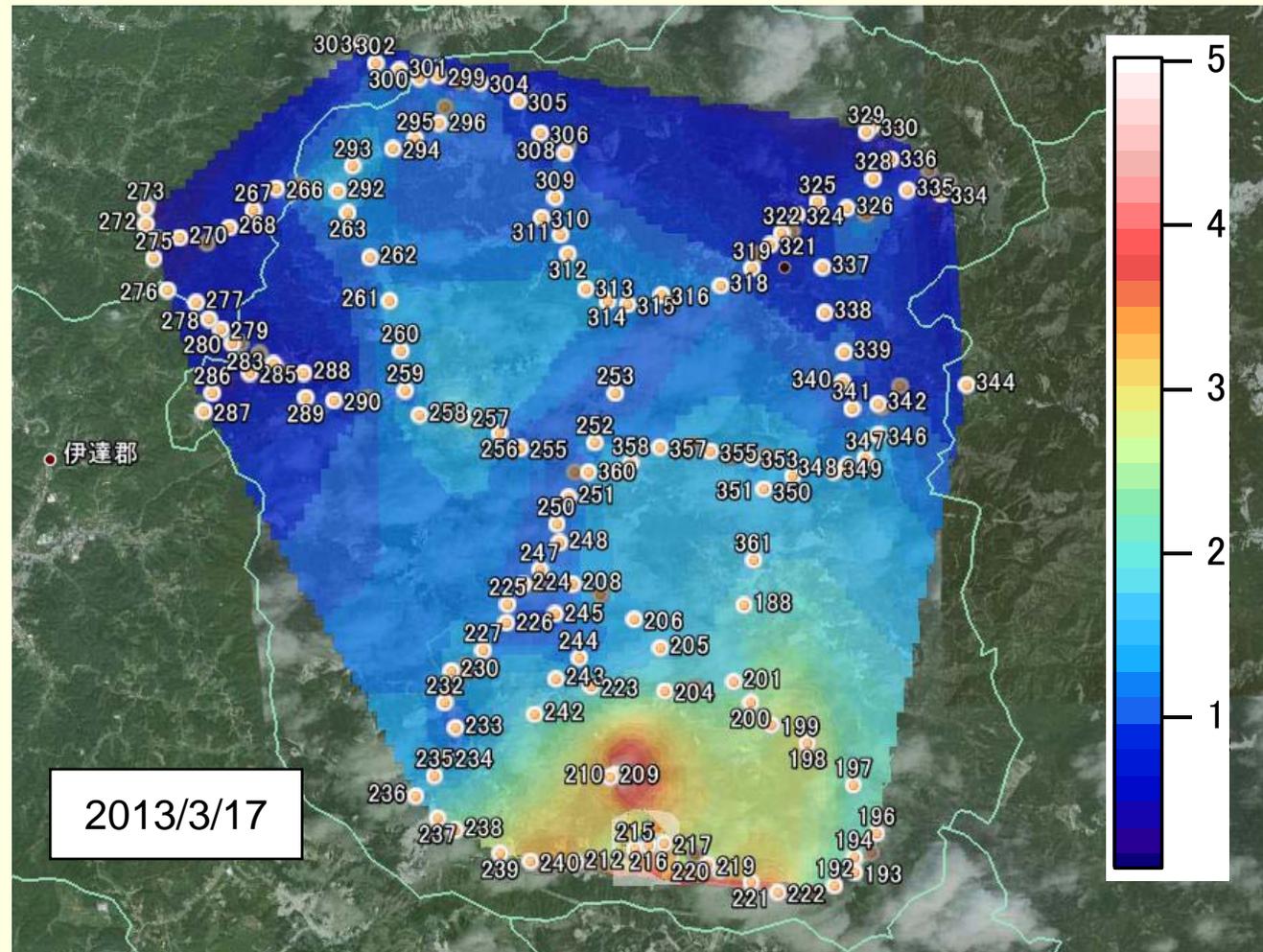
2011年3月15日午後6時20分
飯舘村役場横モニタリングポスト
44.7 μ Sv/h

飯舘村放射能エコロジー研究会
東京シンポジウム
2013年3月30日 東京大学弥生講堂

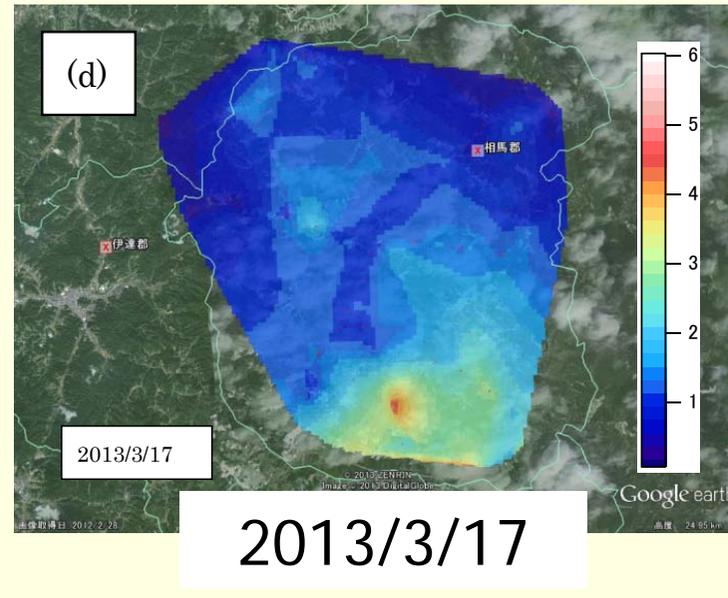
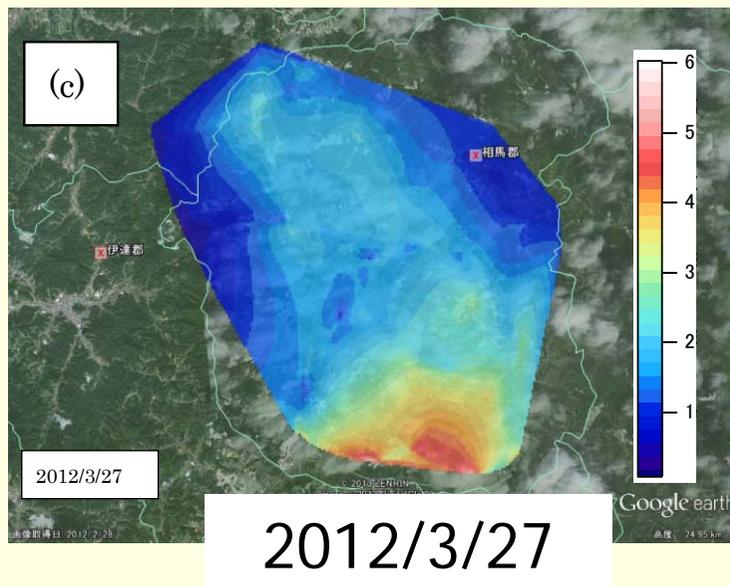
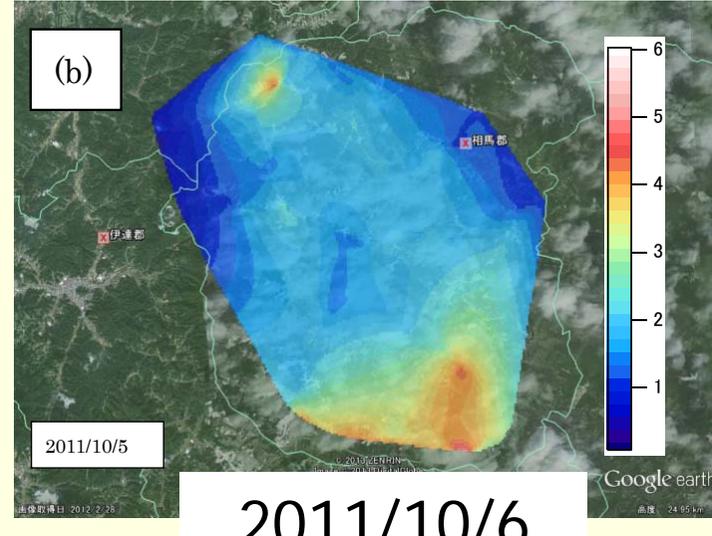
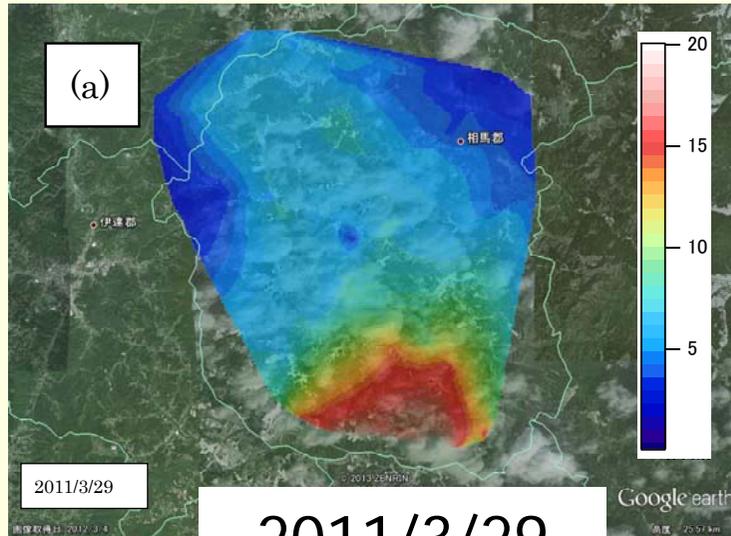
飯舘村放射能汚染状況調査

- ◇2011年 3月
- ◇2011年10月
- ◇2012年 3月
- ◇2013年 3月

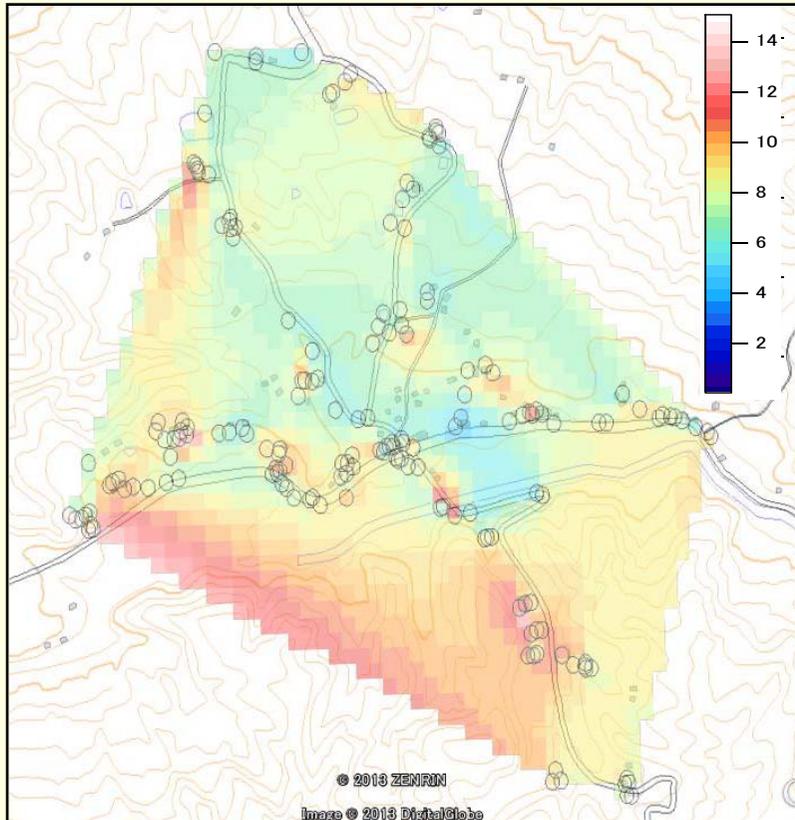
2週間前（3月17日）の飯舘村の 放射線状況、単位：マイクロシーベルト/時 （車の中での測定）



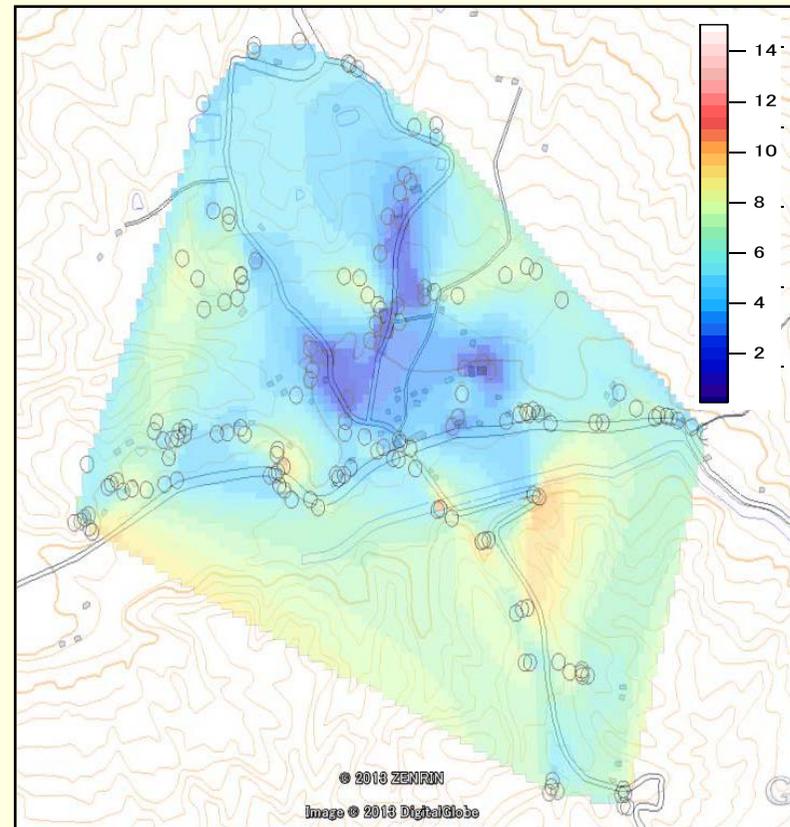
この2年間の放射線量率の変化



長泥地区のこの1年間の変化



2012年3月



2013年3月

右の図の“青いところ”が除染された田んぼ

長泥の除染作業

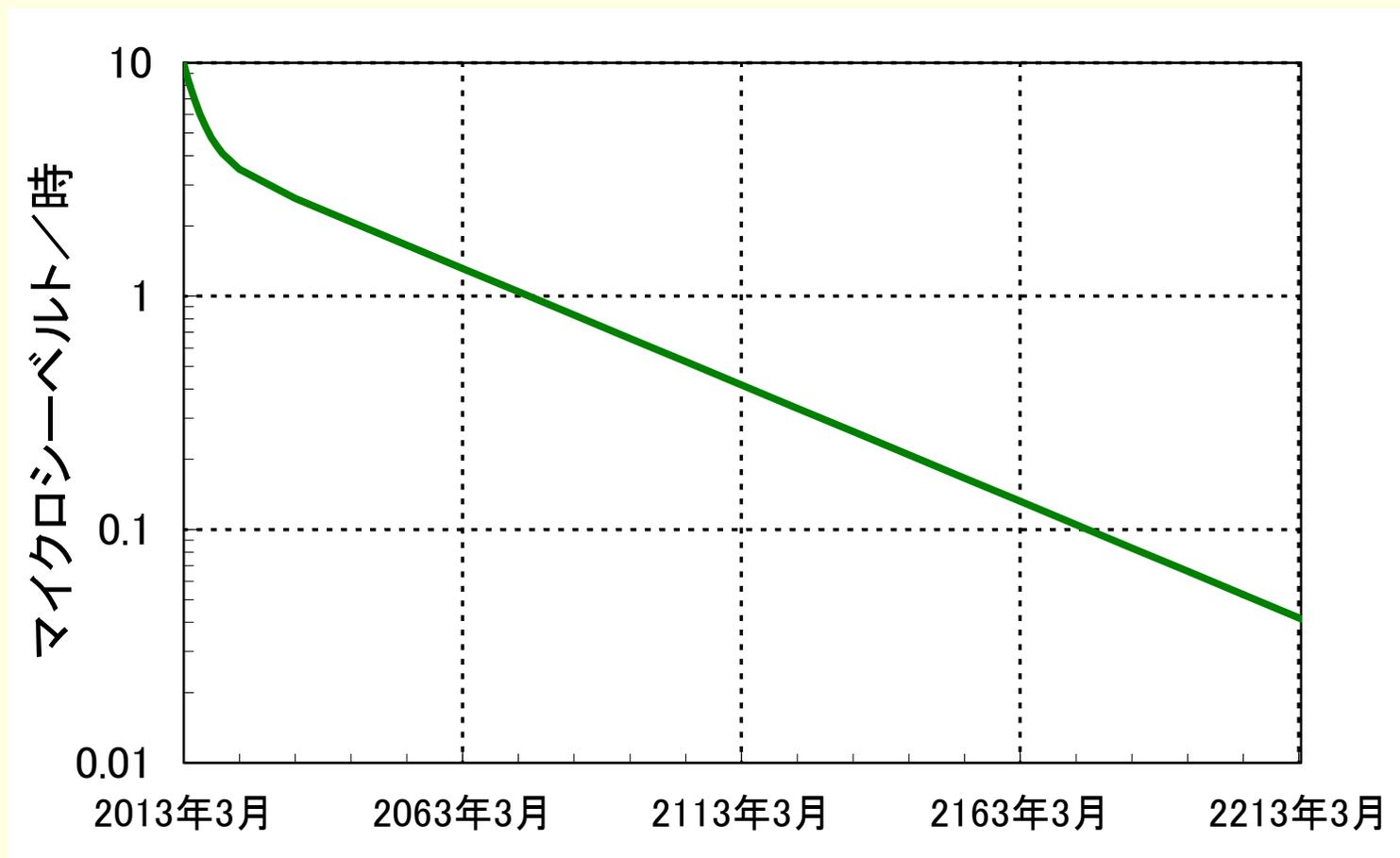


1年前：除染前の測量

現在：田んぼの土を袋
詰めして客土



これから100年以上続く放射能汚染



2013年3月に1時間当たり10マイクロシーベルト（飯舘村長泥地区など）の放射線量があったときの今後200年間の物理的減衰曲線。

いまだによく分からない 初期被曝量

- ◇避難するまでの全身被曝
- ◇最初の1～2週間のヨウ素被曝

平成24年度環境省

「放射線の健康影響に関する研究調査事業」
委託研究

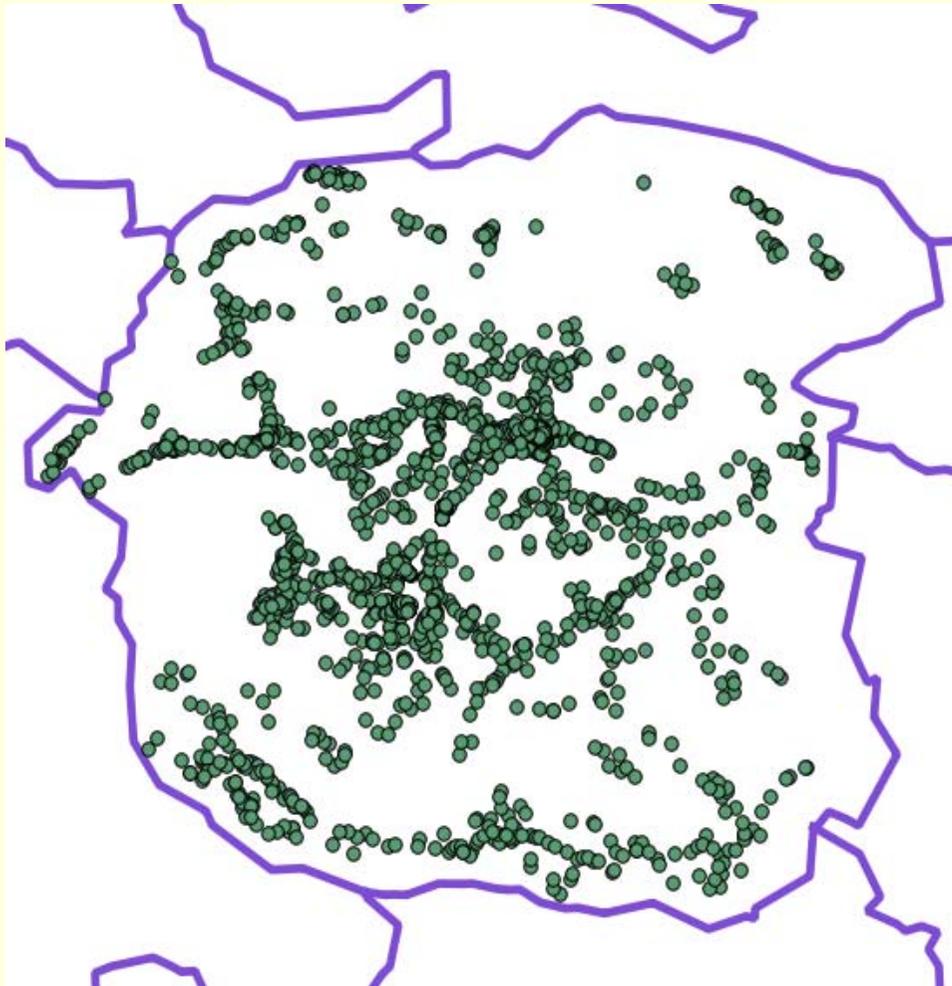
福島第1原発事故による飯舘村住民の初期放射線被曝評価に関する研究

今中哲二 京大原子炉
林 剛平 京大農学部
沢野 伸浩 金沢星稜大
市川 克樹 (株) オフィスブレーション
城戸 寛子 (株) VIC
黒澤 直弘 (株) VIC

研究の概要

- まず、住宅地図や国土地理院地図等を用いて村内全戸位置の緯度経度を割り出す。
- 米国NNSA空中サーベイデータとGIS（地理情報システム）を利用して、セシウム137の詳細な沈着量マップを作成する。
- 大気拡散シミュレーション（ヨウ素131、セシウム137、キセノン133を対象）により村内の積算空气中濃度分布を求める。
- 以上より、飯舘村の初期被曝として、地表沈着放射能からの外部被曝、ヨウ素吸入にともなう甲状腺被曝を見積もる。

飯舘村各戸の緯度経度読み取り



村内各戸の位置

A screenshot of an Excel spreadsheet showing a table of household data. The table has columns for address, postal code, and WGS84 coordinates. The data is organized into rows, with columns labeled A through I. The table includes columns for '住宅ID', '住宅地回ページ', '町名1', '町名2', '番地', '行政区コード', '行政区名', 'WGS84北緯', and 'WGS84東経'. The data is organized into rows, with columns labeled A through I. The table includes columns for '住宅ID', '住宅地回ページ', '町名1', '町名2', '番地', '行政区コード', '行政区名', 'WGS84北緯', and 'WGS84東経'.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|------|---------|-----|-----|-------|--------|------|-------------|--------------|
| 1 | 住宅ID | 住宅地回ページ | 町名1 | 町名2 | 番地 | 行政区コード | 行政区名 | WGS84北緯 | WGS84東経 |
| 2 | 1 | 1 | 前田 | 貴宗 | 106 | 19 | 前田 | 37.72810038 | 140.68416591 |
| 3 | 2 | 1 | 前田 | 貴宗 | 110 | 19 | 前田 | 37.73028088 | 140.68581051 |
| 4 | 3 | 1 | 前田 | 貴宗 | 120 | 19 | 前田 | 37.73081183 | 140.68628783 |
| 5 | 4 | 1 | 前田 | 貴宗 | 127 | 19 | 前田 | 37.73017762 | 140.68597116 |
| 6 | 5 | 1 | 前田 | 貴宗 | 142 | 19 | 前田 | 37.73344170 | 140.68707110 |
| 7 | 6 | 1 | 前田 | 貴宗 | 210 | 19 | 前田 | 37.73378003 | 140.68814324 |
| 8 | 7 | 1 | 前田 | 貴宗 | 230 | 19 | 前田 | 37.73435000 | 140.68800427 |
| 9 | 8 | 1 | 前田 | 貴宗 | 250 | 19 | 前田 | 37.73518049 | 140.68854030 |
| 10 | 9 | 1 | 前田 | 貴宗 | 256 | 19 | 前田 | 37.73543049 | 140.68804569 |
| 11 | 10 | 1 | 前田 | 貴宗 | 266 | 19 | 前田 | 37.73525836 | 140.68828575 |
| 12 | 11 | 1 | 前田 | 貴宗 | 270 | 19 | 前田 | 37.73556888 | 140.68827828 |
| 13 | 12 | 1 | 前田 | 貴宗 | 26 | 19 | 前田 | 37.73446704 | 140.67798416 |
| 14 | 13 | 1 | 前田 | 貴宗 | 25 | 19 | 前田 | 37.73048871 | 140.67868988 |
| 15 | 14 | 1 | 前田 | 福田 | 118 | 19 | 前田 | 37.72174284 | 140.69079251 |
| 16 | 15 | 1 | 前田 | 福田 | 126 | 19 | 前田 | 37.72126520 | 140.68804525 |
| 17 | 16 | 1 | 前田 | 福田 | 155 | 19 | 前田 | 37.72275666 | 140.68850482 |
| 18 | 17 | 1 | 前田 | 福田 | 160 | 19 | 前田 | 37.72287331 | 140.68818281 |
| 19 | 18 | 1 | 前田 | 福田 | 165 | 19 | 前田 | 37.72167342 | 140.68822433 |
| 20 | 19 | 1 | 前田 | 福田 | 38 | 18 | 前田 | 37.72125883 | 140.68641552 |
| 21 | 20 | 2 | 白石 | 菅田 | 102 | 18 | 白石 | 37.70645289 | 140.69568561 |
| 22 | 21 | 2 | 白石 | 菅田 | 137-2 | 18 | 白石 | 37.70549188 | 140.69811338 |
| 23 | 22 | 2 | 白石 | 菅田 | 147-3 | 18 | 白石 | 37.70650008 | 140.69528007 |
| 24 | 23 | 2 | 白石 | 菅田 | 183 | 18 | 白石 | 37.70294484 | 140.69723286 |
| 25 | 24 | 2 | 白石 | 菅田 | 2 | 18 | 白石 | 37.70821647 | 140.69152190 |
| 26 | 25 | 2 | 白石 | 菅田 | 14 | 18 | 白石 | 37.70989306 | 140.69318419 |
| 27 | 26 | 2 | 白石 | 菅田 | 79 | 18 | 白石 | 37.70491421 | 140.69743884 |
| 28 | 27 | 2 | 白石 | 菅田 | 87 | 18 | 白石 | 37.70622516 | 140.69348301 |
| 29 | 28 | 2 | 白石 | 菅田 | 88 | 18 | 白石 | 37.70635571 | 140.69380798 |

Excelデータ

米国NNSAの空中サーベイデータの用いた Cs137沈着量マップ

Operational Topic

ENVIRONMENTAL MEASUREMENTS IN AN EMERGENCY: THIS IS NOT A DRILL

Stephen V. Musolino,* Harvey Clark,† Thomas McCullough,† and Wendy Pemberton†

Health Phys. 102(5):516-526; 2012

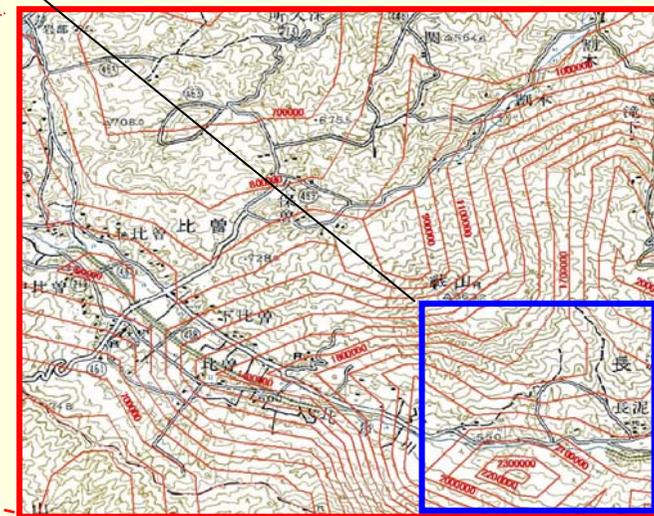
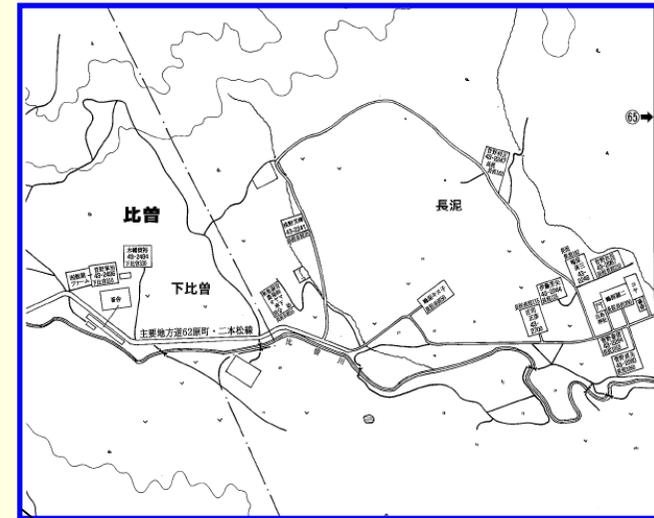
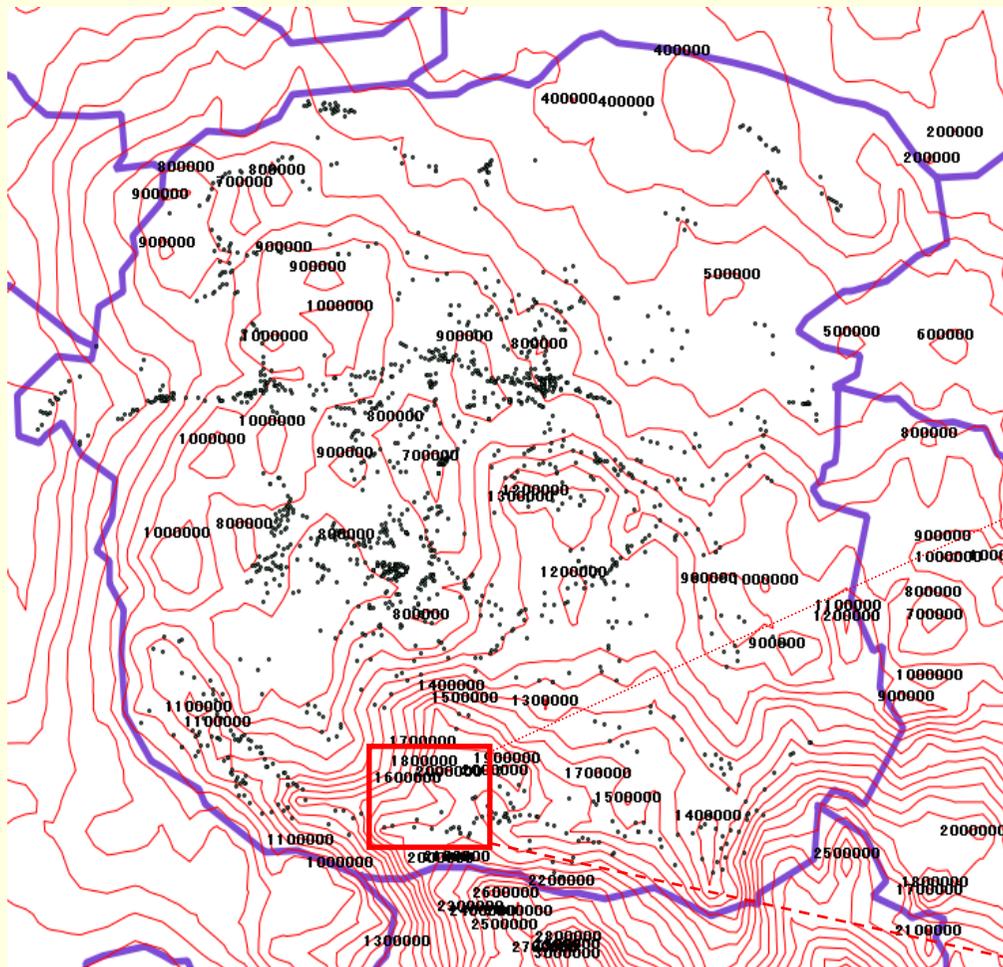


NNSAのヘリコプター
サーベイ



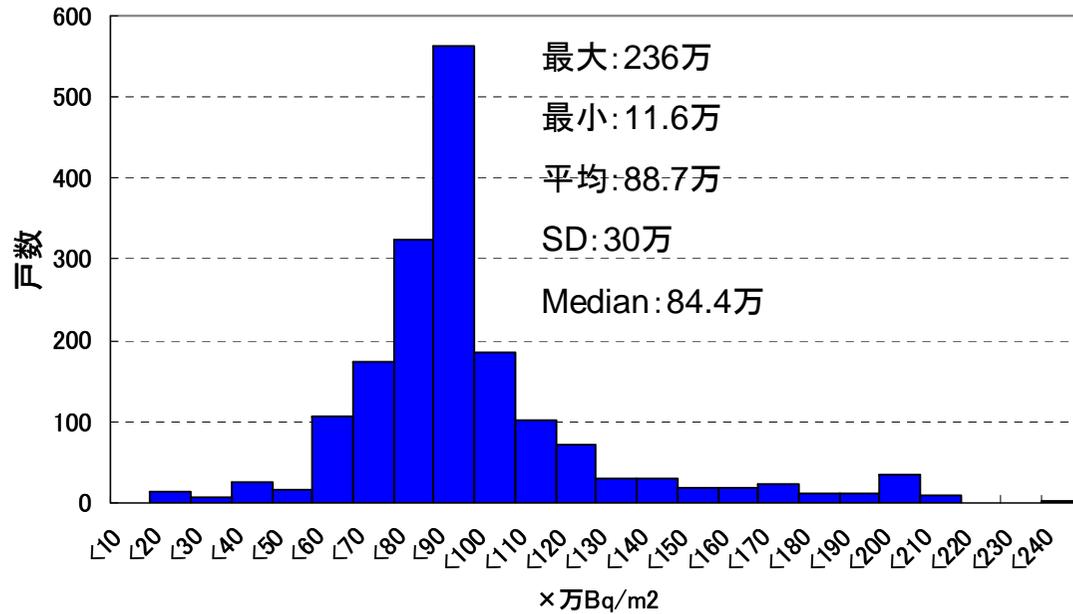
飯舘村のサーベイ軌跡
緑(飛行機): 4月15日と5月3日
黒(ヘリコプター): 4月1日

米国NNSAの空中サーベイデータを用いた Cs137沈着量マップ

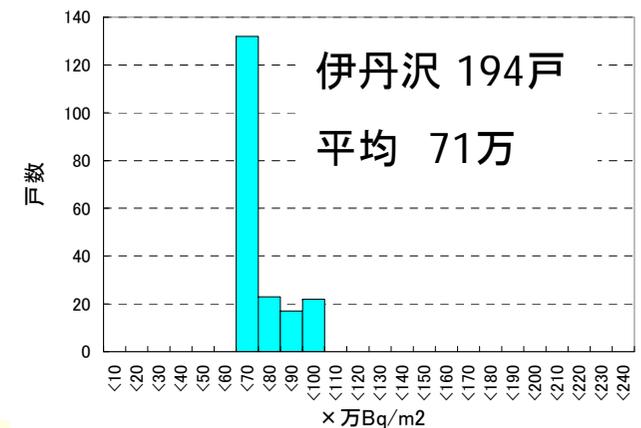
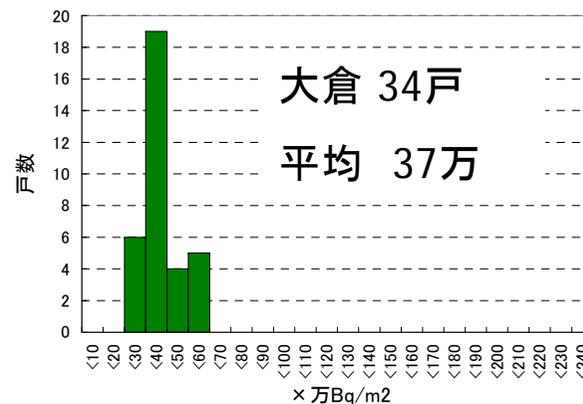
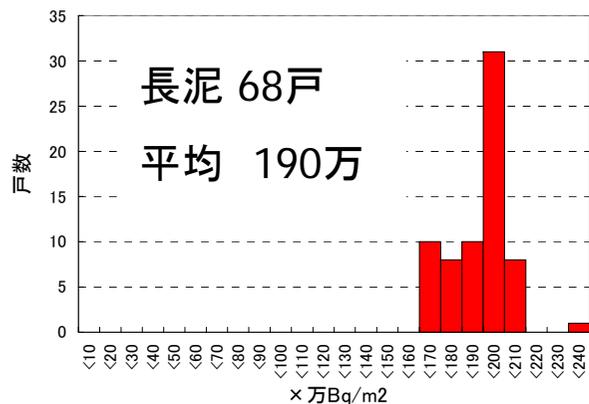
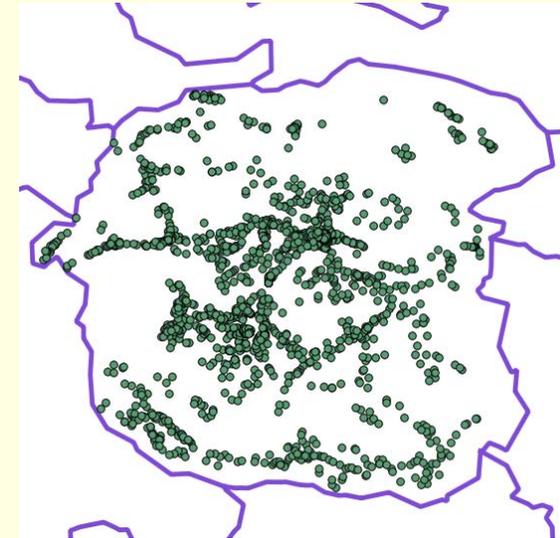


NNSAデータに基づくセシウム137沈着量
コンタと住宅の位置

飯舘村各地区での分布、 Bq/m^2

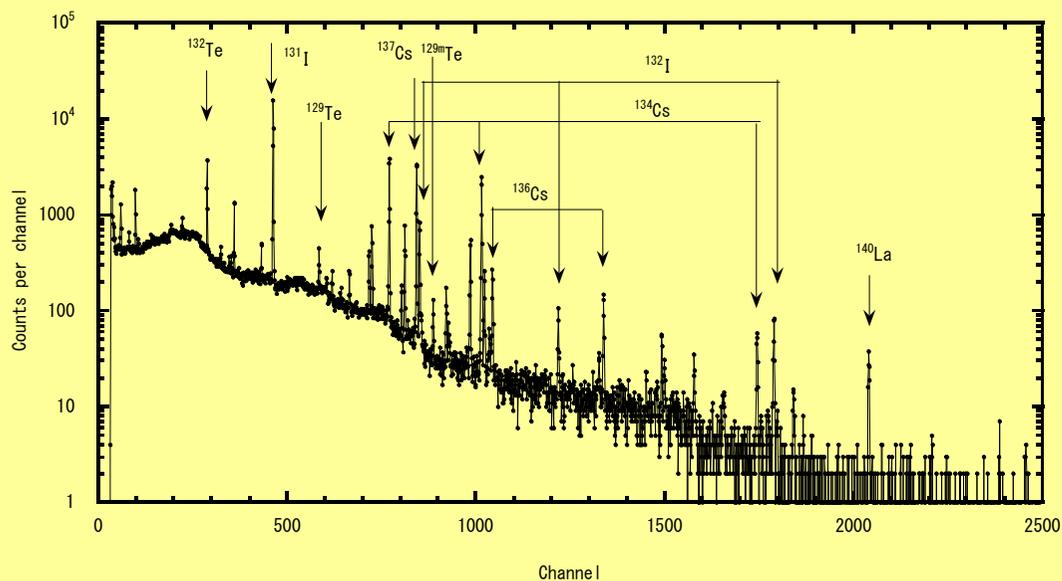


セシウム137沈着量ヒストグラム NNSA: 飯舘村全域 1768戸



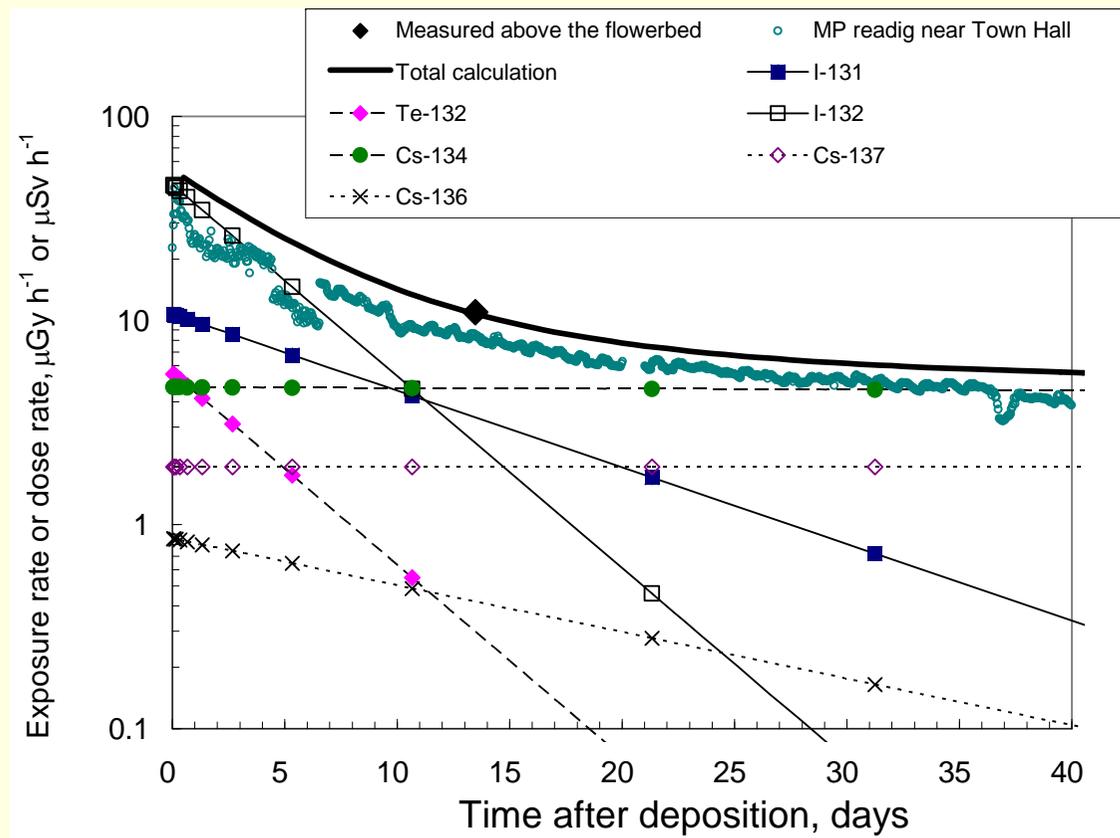
セシウム沈着量に基づく積算外部被曝の評価

土壌採取とガンマ線核種分析 2011年3月



セシウム沈着量に基づく積算外部被曝量の評価

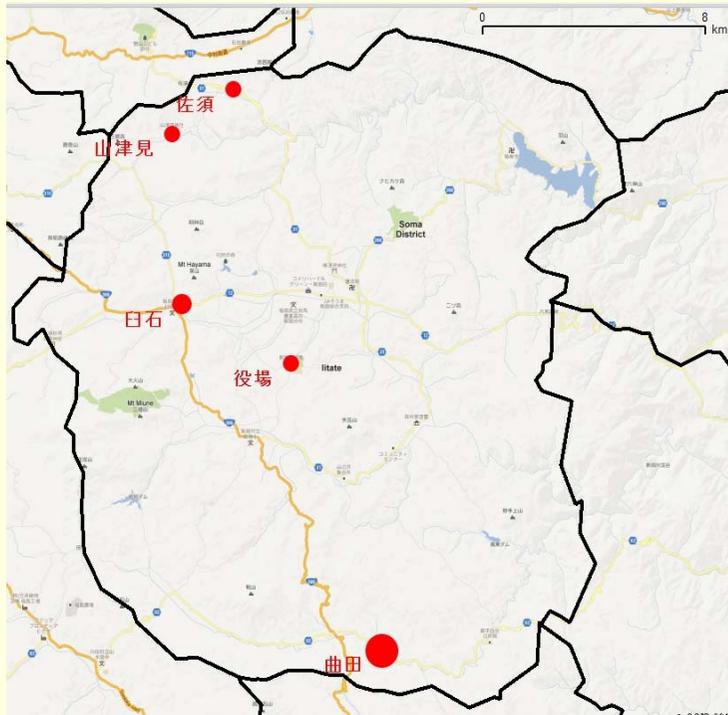
地表沈着放射エネルギーに基づく計算による空間線量率変化の再現：役場モニターと約100m離れた花壇の測定と計算



初期の外部被曝への寄与は、Te132/I132、I131、Cs134、Cs137を考えればよい。

Te132/I132、I131のCs137に対する沈着比

5つの土壌サンプル（2011.3.29採取）測定に基づく飯館村での沈着放射能比。



Cs137に対するI131、Te132の沈着比
2011/3/15 18:00換算

| | Cs137 kBq/m ² | I131/Cs137比 | Te132/Cs137比 |
|------|-----------------------------|-------------|--------------|
| 白石 | 956 | 9.6 | 6.9 |
| 佐須 | 774 | 10.9 | 8.9 |
| 山津見 | 588 | 10.1 | 10.0 |
| 役場 | 672 | 8.2 | 7.9 |
| 長泥曲田 | 2188 | 7.0 | 8.0 |
| 平均 | | 9.2 ± 1.5 | 8.3 ± 1.2 |

サンプル位置. 赤丸はセシウム沈着量.

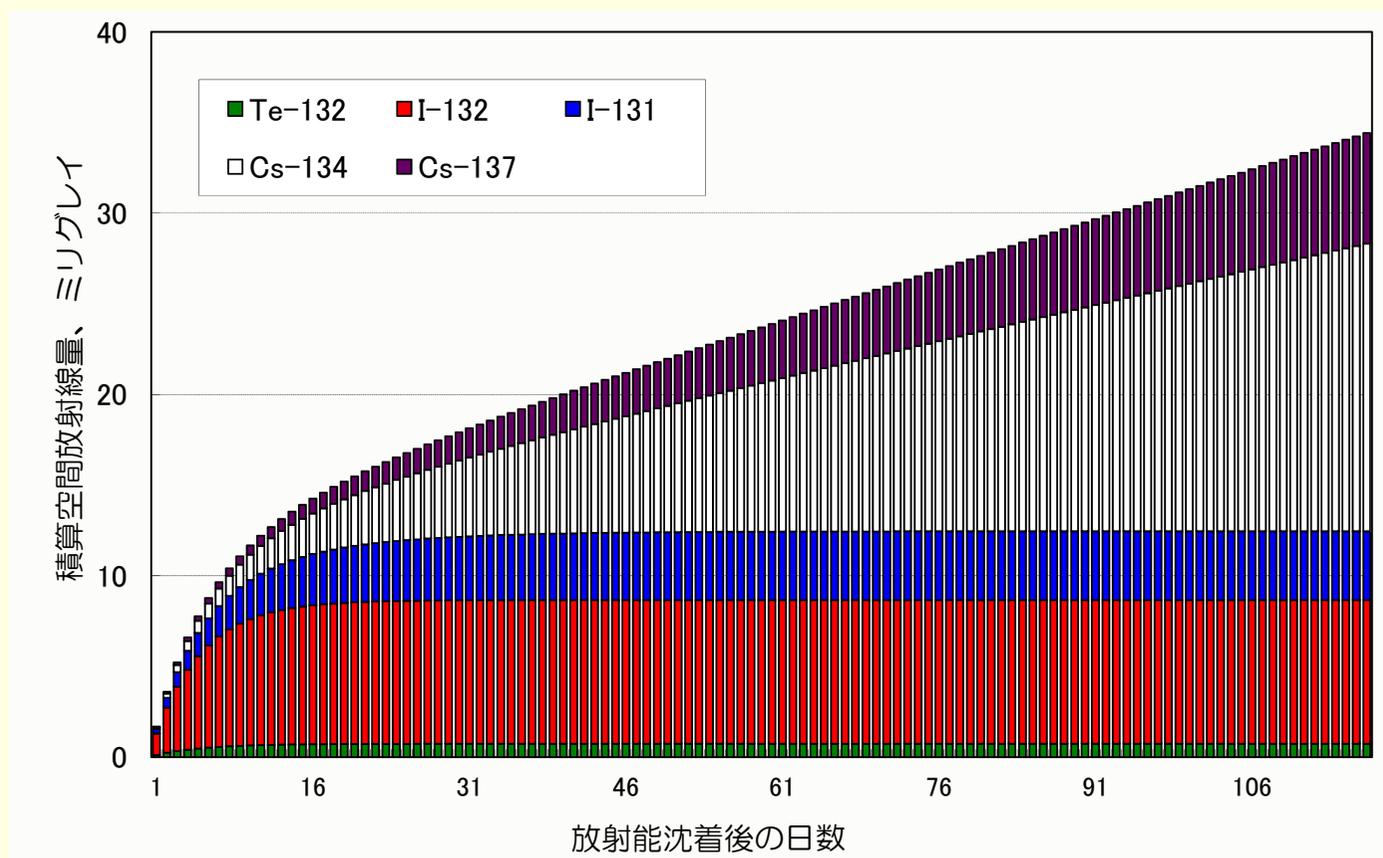
$I131 / Cs137 = 9.2$ 、 $Te132 / Cs137 = 8.3$
を飯館村全域に適用

積算空間線量計算の仮定

- 仮定1：飯舘村の放射能沈着は、2011年3月15日18:00に一挙に発生。
 - 18:20に役場で18:20の $44.7 \mu\text{Sv/h}$ という空間線量最大値が記録された。
- 仮定2：セシウム137に対する沈着組成比は村の全域で同じ。
 - $\text{Cs134}/\text{Cs137}=1$ 、 $\text{I131}/\text{Cs137}=9.2$ 、 $\text{Te132}(\text{I132})/\text{Cs137}=8.3$
- 仮定3：沈着放射能は移行せず、じっとしている
 - 地表1mへの空間線量率換算係数はBeckの値（EML-378, 1980）を使用。

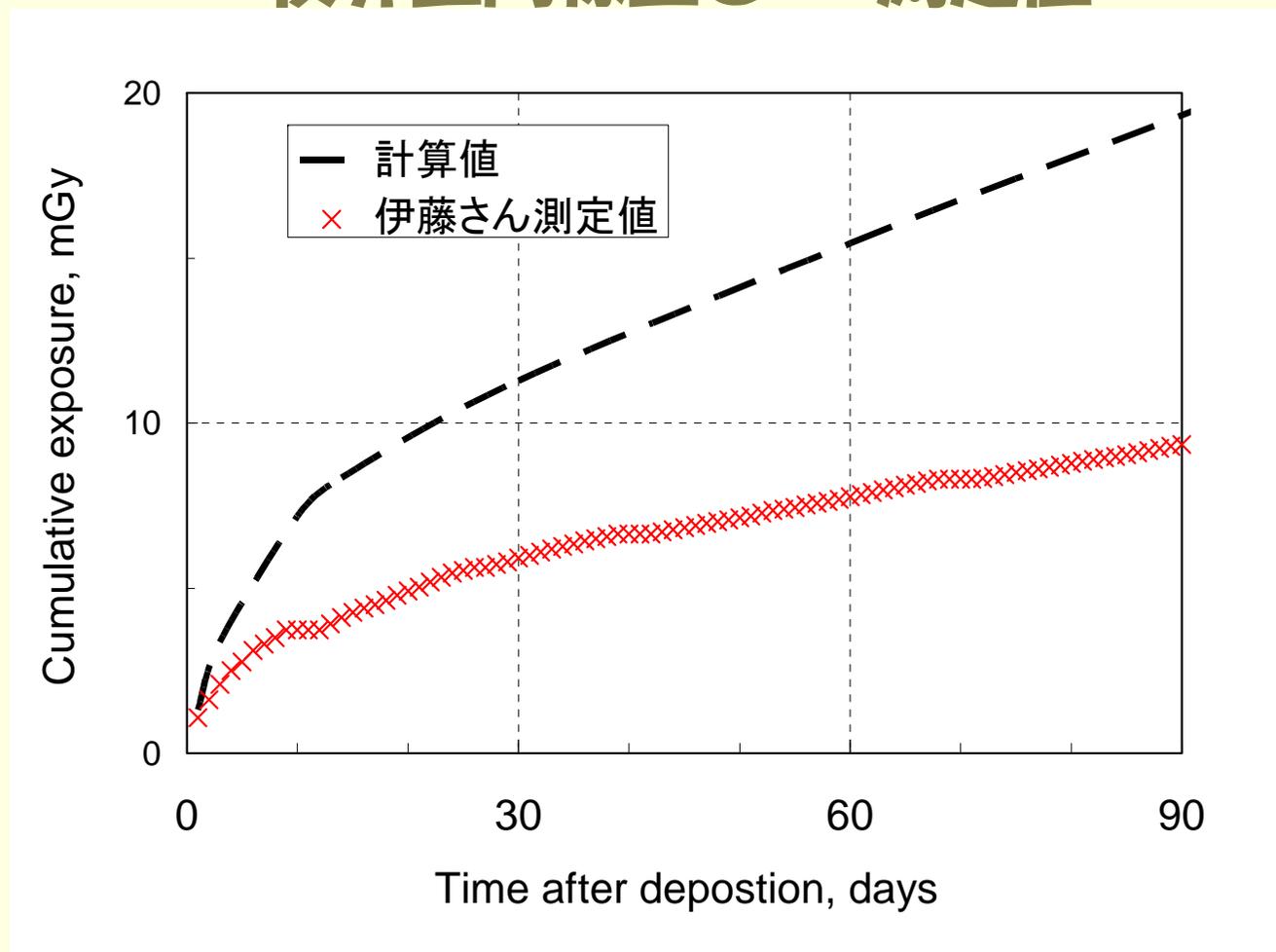
積算空間線量率（地表1m）の計算結果

セシウム137初期沈着：100万Bq/m²当り：



6月30日12:00（107日後）に避難したとし、それまで24時間ずっと野外にいたとして、積算空間線量は32.6ミリグレイ。

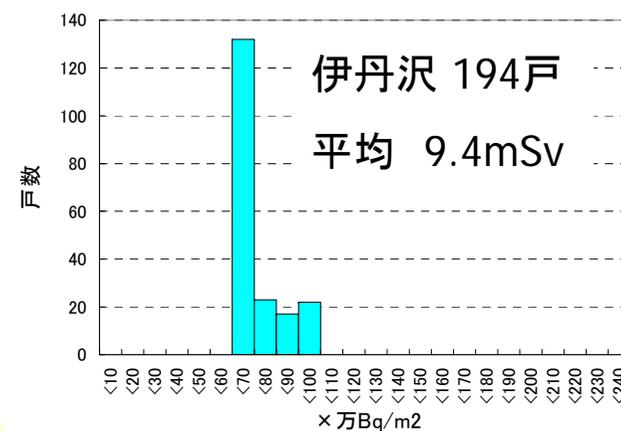
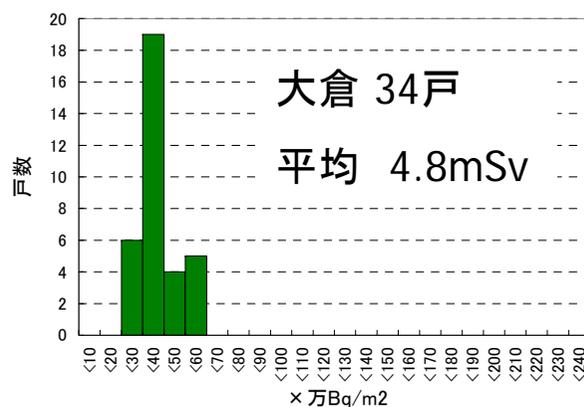
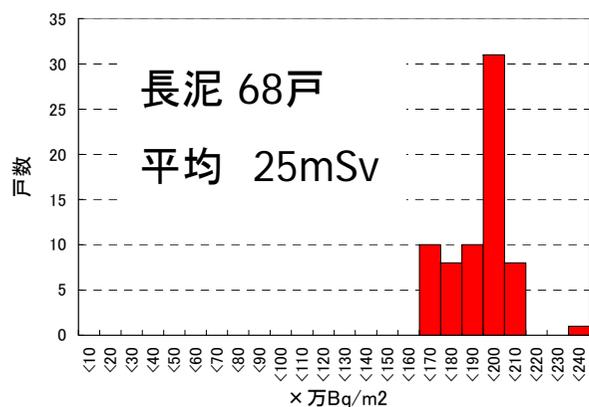
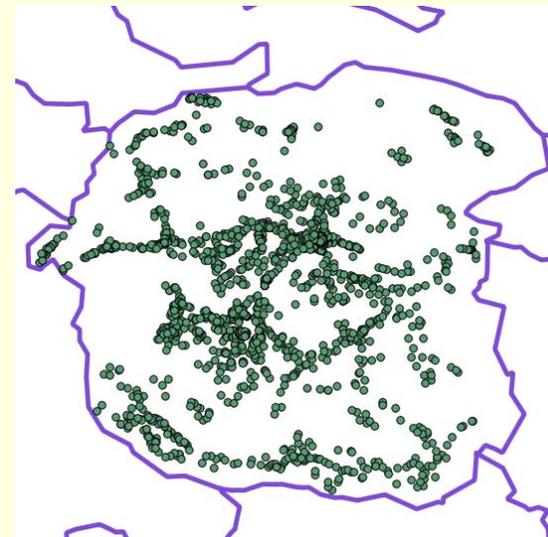
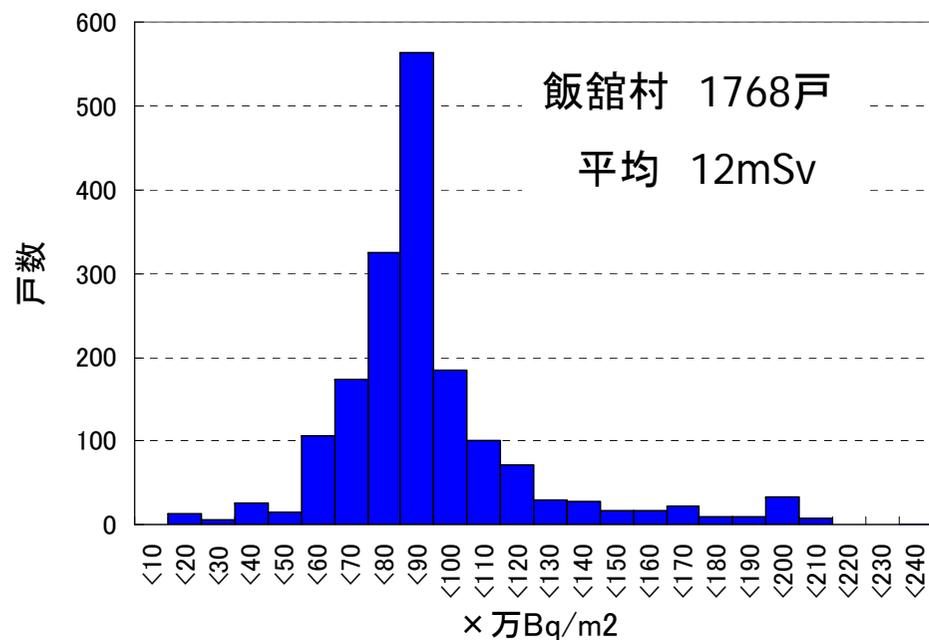
伊藤さんの積算外部被ばく Cs137土壌沈着量 (70万Bq/m²) からの 積算空間線量とNaI測定値



行動遮蔽係数は約0.5

飯舘村各地区での初期外部被曝分布

行動遮蔽係数 0.5



飯舘村内のセシウム137沈着量と 積算外部被曝の分布

●Cs137沈着量に基づく積算外部被曝

(3/15 18:00に全量沈着. 6/30 12:00に避難. その間ずっと野外モデル. Sv/Gy換算係数0.8)

行動遮蔽係数を0.5とすると、飯舘村の初期外部被曝は、

平均: 12mSv、SD3.9mSv、

最大30mSv、最小1.5mSv、メディアン11mSv、

福島県
県民健康管理調査
飯舘村初期外部被曝
平均約3.6mSv

基本調査

外部被ばく関係

福島県の住民の外部被ばく線量推計結果の概要

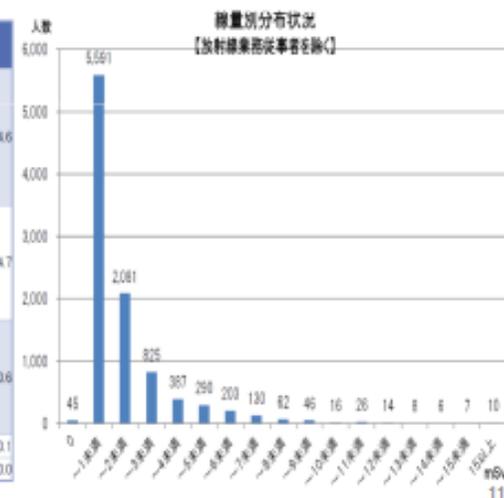
(3月12日から7月11日までの累積線量)

環境モニタリングの結果等から、他の地域に比べ外部及び内部被ばく量が高い可能性がある地域(川俣町山木屋地区、飯舘村、浪江町)の住民のうち10,468人の3月12日から7月11日までの外部被ばく線量を推計。

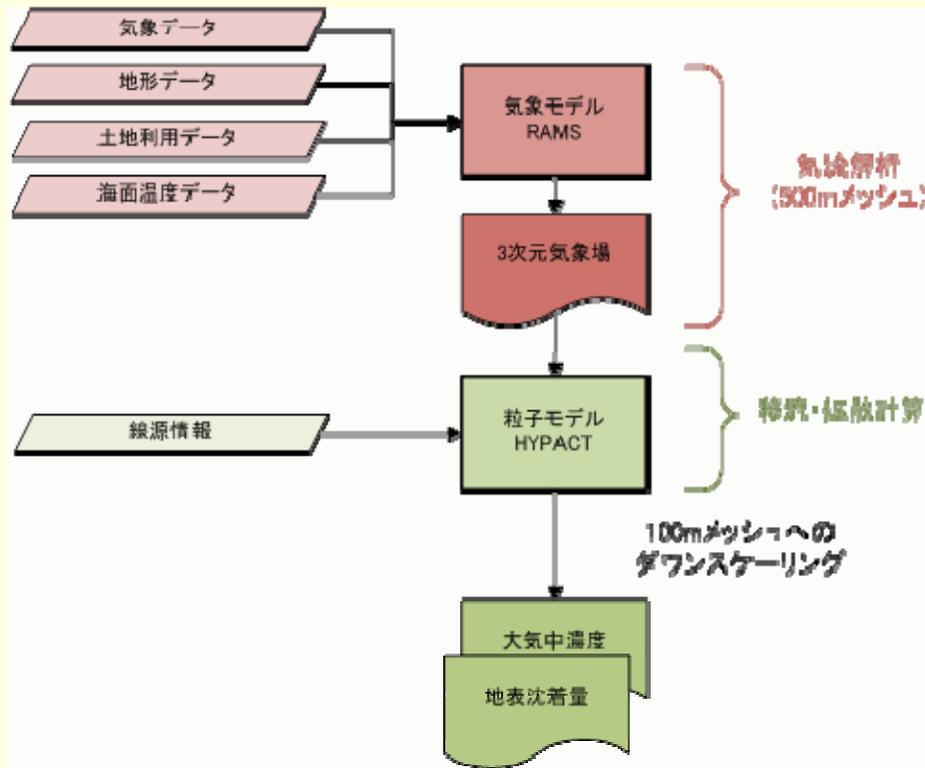
放射線業務従事者(721人)を除く9,747名の線量別・地区別内訳

地域別・線量別集計

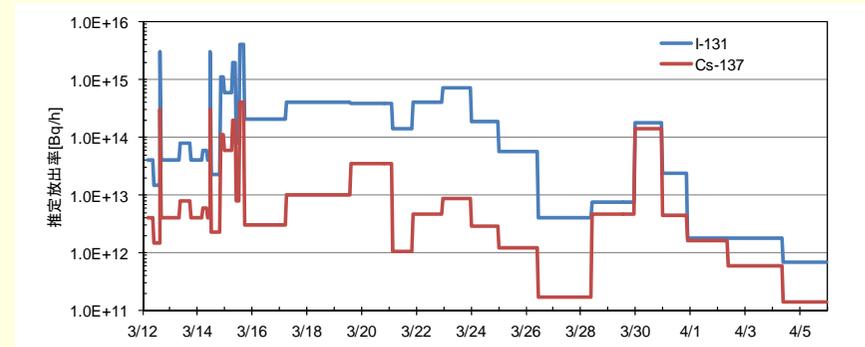
| 線量別 (mSv) | 全エリア | 放射線業務従事者を除く | その内訳 | | | 放射線業務従事者を除く線量別割合(%) |
|-----------|--------|-------------|------------|-------|-------|---------------------|
| | | | 川俣町 山木屋 | 浪江町 | 飯舘村 | |
| 0 | 56 | 45 | 1 | 41 | 3 | 0.5 |
| ~1未満 | 8,014 | 5,591 | 144 | 5,207 | 240 | 57.8 |
| ~2未満 | 2,240 | 2,081 | 288 | 1,459 | 415 | 21.4 |
| ~3未満 | 874 | 825 | 120 | 345 | 360 | 8.4 |
| ~4未満 | 403 | 387 | 45 | 83 | 259 | 4.0 |
| ~5未満 | 298 | 290 | 19 | 30 | 241 | 3.0 |
| ~6未満 | 219 | 203 | 14 | 21 | 168 | 2.1 |
| ~7未満 | 135 | 130 | 2 | 16 | 112 | 1.3 |
| ~8未満 | 87 | 82 | 0 | 14 | 48 | 0.6 |
| ~9未満 | 50 | 46 | 0 | 7 | 39 | 0.4 |
| ~10未満 | 17 | 16 | 0 | 2 | 14 | 0.2 |
| ~11未満 | 30 | 26 | 0 | 9 | 17 | 0.3 |
| ~12未満 | 15 | 14 | 0 | 0 | 9 | 0.1 |
| ~13未満 | 11 | 8 | 0 | 0 | 8 | 0.1 |
| ~14未満 | 9 | 6 | 0 | 2 | 4 | 0.1 |
| ~15未満 | 7 | 7 | 0 | 3 | 4 | 0.1 |
| ~15以上 | 23 | 10 | 0 | 7 | 3 | 0.1 |
| 計 | 10,468 | 9,747 | 593 | 7,250 | 1,944 | 100.0 |



大気拡散シミュレーション



大気拡散の計算プロセス



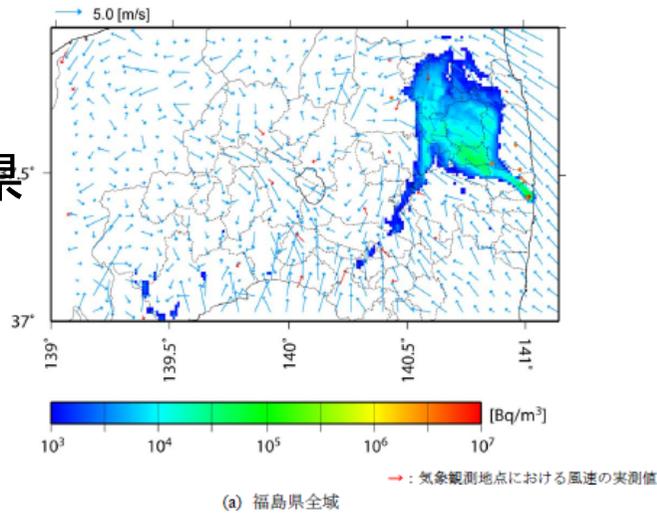
ソースターム

上: I-131とCs137(安全委)

下: Xe-133(Stohl論文)

大気拡散シミュレーション計算結果

福島県



飯館村

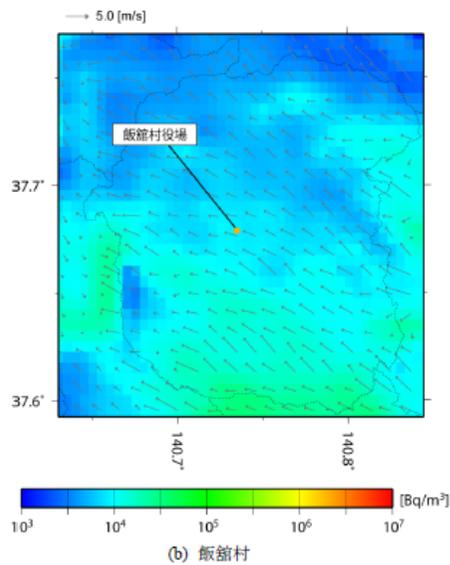
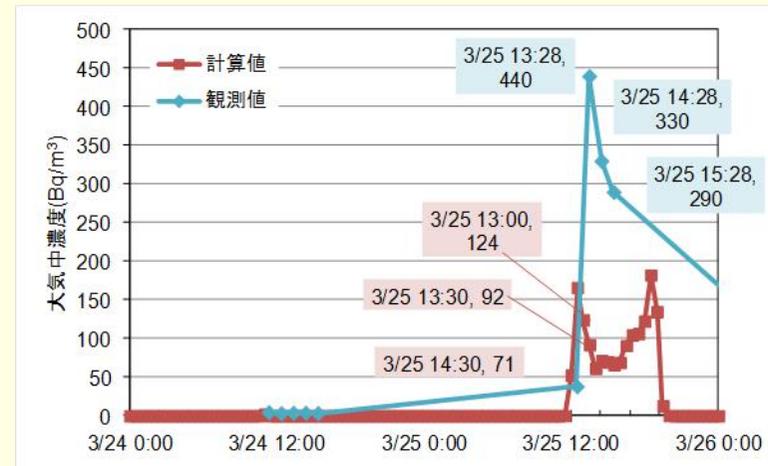


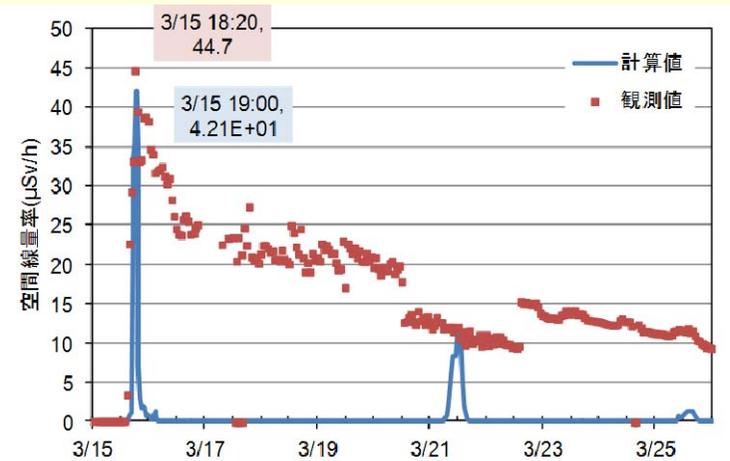
図 5-25 2011/3/15 19:00 の ¹³¹I 地表大気中濃度分布

I131空気中濃度分布
3月15日19:00

シミュレーションと測定値の比較例

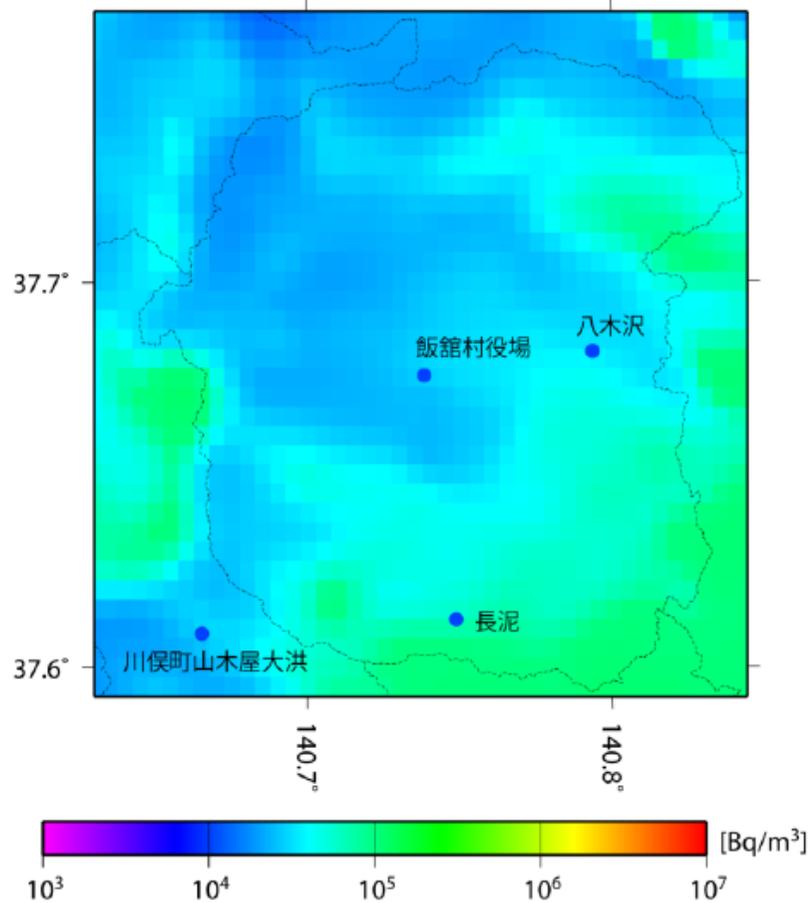


長泥の空气中¹³¹I濃度

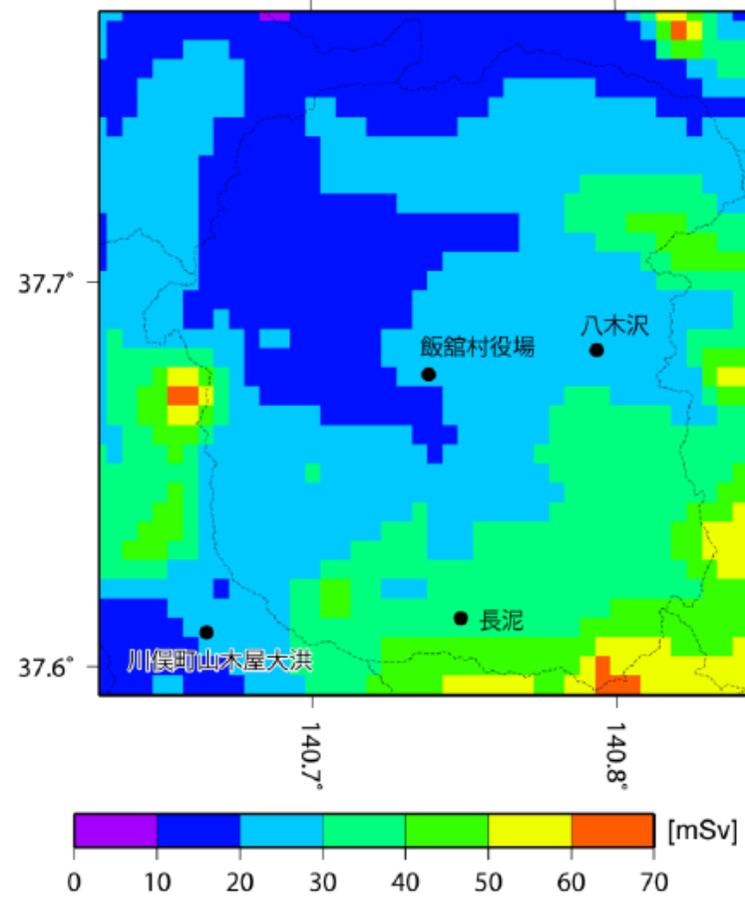


村役場の空間線量率

ヨウ素131の空气中濃度と 吸入による子供の甲状腺被曝量

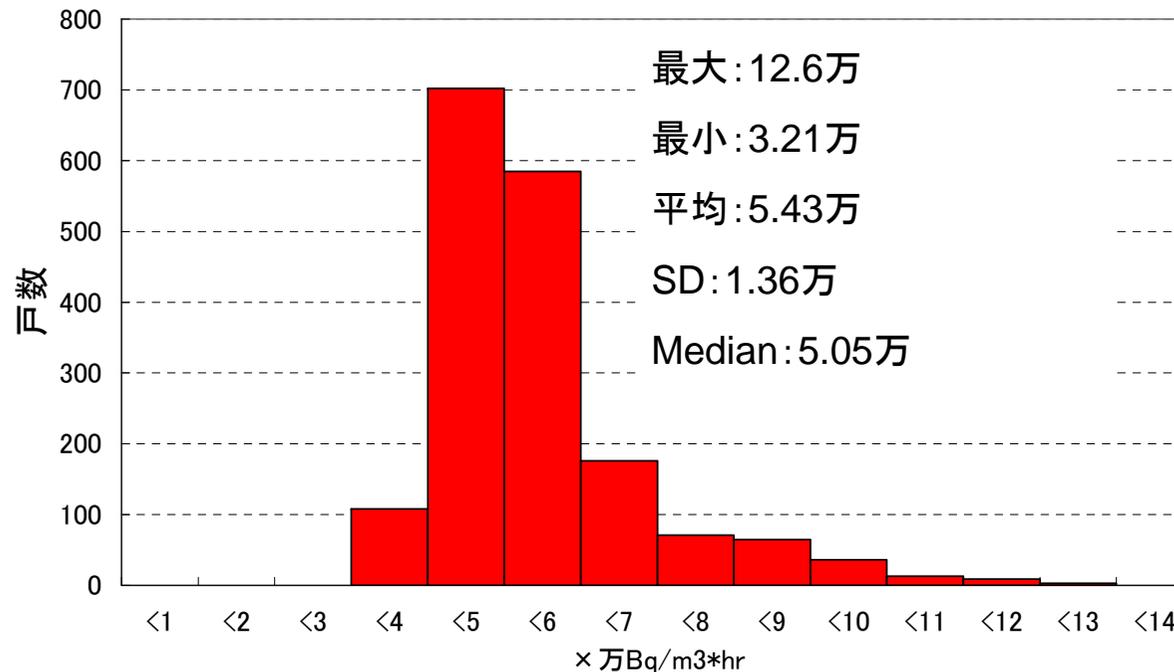


時間積算濃度(3/12~3/26)



小児甲状腺等価線量(3/12~3/26)

村内の積算空気中放射能濃度と吸入による甲状腺被曝



ヨウ素131積算空気中濃度ヒストグラム: 飯舘村全域 1768戸

●I131吸入にともなう小児甲状腺等価線量

(1歳児、呼吸量 $0.31\text{m}^3/\text{h}$ 、換算係数 $1.4\text{E}-3\text{mSv}/\text{Bq}$. ずっと野外モデル.)

平均: 24mSv 、SD 5.9mSv 、最大 55mSv 、

最小 14mSv 、メディアン 21mSv 、

まとめと今後のとらえかた

- 沈着放射能からの外部被曝については“まずまず批判に耐えられる評価”ができる。
- 大気拡散シミュレーションについては、検証データが限られているので“おおよその評価”の域をでない。
 - それでも、印象はまずまずである。他者のシミュレーションと比較したい。
 - ヨウ素吸入取り込み量を数値で言えることの意味は大きい。本研究では“飯舘村の小児ずっと野外”の平均で1万7000BqのI131吸入取り込みとなっている。Unknownである“経口取込”の意味合いを判断する目安になる。

(今後の取り組み)

- 次年度は、村民インタビュー調査を実施し、事故当時の個人の行動や飲食物についての情報を収集する。
 - 飯舘村からの避難日は必須情報。