

グループ名 ・代表者名	いばらき環境放射線モニタリングプロジェクト 天野 光さん	助成金額	40万円
連絡先など	ana31486@nifty.com		
助成のテーマ	福島原発事故による茨城県の放射能長期汚染とその特徴		

【調査研究の概要】 福島第一原発事故が発生してから2019年3月で丸8年となり、空間線量に及ぼすセシウム-134（半減期2年）の影響はほぼなくなってきている。空間線量に影響する放射性核種は、天然放射性核種以外ではセシウム-137（半減期30年）が主となってきており、今回の測定により、測定場所での空間線量の将来予測も可能である。また植物や土壌（0～5cm、5～10cm深さ）中の放射能の測定も行い、土壌や植物中 Sr-90/Cs-137 比や土壌から植物への移行係数を明らかにし、茨城県における福島第一原発事故による汚染の特徴を明らかにする。線量率の高さ分布に関しては、我々の測定では主に2次的に校正されたシンチレーション測定器を用い、国の基準で校正された測定器（日立アロカ製 TCS-172B 等）とのクロスチェックも随時行う。ホットスポットの探索に関しては、1m高さでの歩行サーベイとし、スマホの位置情報と連動した空間線量率計を用いて、グーグルマップ上に線量率毎に色分け（0.23 μ Sv/h 以下、0.23-0.5 μ Sv/h、0.5 μ Sv/h 以上）し、マッピングしている。県内のあちこちで高汚染場所が見つかっている。

環境放射能汚染指標植物として松葉及び桑の葉を採取し、採取地の土壌とともに放射能測定を行った。桑の葉への見かけの移行係数は乾燥重量あたり Cs-137 について 0.008、Sr-90 について 0.8 であった。1年葉の松葉への Cs-137 見かけの移行係数は 0.6 と高く、空間線量率の高さ分布は松林内では地表面より 1m 高さの方が高い場合があり、松葉への Cs-137 の見かけの移行係数の高さとの整合的である。測定を行った桑の葉及び松葉（1年葉）中の Sr-90/Cs-137 比は、それぞれ 1.59 及び 0.005 であった。これらの数値は、土壌中の Sr-90 及び Cs-137 濃度に依存しているが、桑の葉では 1 を超えていた。土壌中深さ分布については、2018年時点で、Cs-137 については 5～10cm 深さでは、桑の木の根元の未耕作地で全体の約 30%が、松の根元の砂質土の未耕作地では約 10%が存在していて下方浸透している。

【調査研究の経過】 2018年3月31日 水戸で「いばらき環境放射線モニタリングプロジェクト」のキックオフミーティング
2018年4月 メンバーが茨城県内の各担当地区で空間線量率の測定を開始
2018年7月11・12日 茨城県内において土壌（深さ0-5cm、5-10cm）及び植物（松葉、桑の葉、しその葉）の採取
2019年3月12～14日 つくば高エネルギー加速器研究機構で開催された「第20回 環境放射能研究会」で「福島第一原発事故による茨城県の放射能長期汚染とその特徴(1)調査の概要」を発表
2019年3月31日 「いばらき環境放射線測定報告会」を水戸で開催、約70名が参加

【今後の展望など】 今後は、茨城県内各地区における測定を継続して行うと共に、市民に分かりやすいマッピング図を作成し、また除染に関して行政や市民との連携も模索する。

会計報告書の概要（金額単位：千円）			充当した資金の内訳		
支出費目	内 訳	支出金額	高木基金の 助成金を充当	他の助成金 等を充当	自己資金
旅費・滞在費	交通費及び調査車両のガソリン代	163	56	0	107
資料費	放射能測定マップ+読み解き集	10	8	0	2
機材・備品費	スマホ連動空間線量計2台と簡易測定器 Radi 中古品1台	749	259	0	230
機材・備品費	高精度空間線量率計 TCS-172B 3台(中古品)	0	0	0	260
会議費	市民向け報告会会場費	5	5	0	0
会議用品	レーザーポインター	3	0	0	3
印刷費	市民向け報告チラシと環境放射能研究会ポスター	13	13	0	0
郵送費	市民向け報告会用チラシの郵送費	10	10	0	0
外部委託費	Sr-90 測定費用及び Ge 測定費用	49	49	0	0
事務用品・消耗品等	インクカートリッジ・電池等	20	0	0	20
合 計		1,022	400	0	622

参考文献（ウェブサイトや書籍、成果物など）

- いばらき環境放射線モニタリングプロジェクト
<https://www.facebook.com/IBARAKIERMP/>
- いばらき環境放射線モニタリングプロジェクト「福島第一原発事故による茨城県の放射能長期汚染とその特徴（1）調査の概要」、第20回「環境放射能」研究会ポスター発表
https://www.taroumaru.jp/download/documents/2019_kek.pdf

私たちの調査の概要

背景:福島第一原発の大事故により、東北や関東は高度に汚染、福島県の汚染はかなり調べられてきていますが、茨城県は高度の汚染があったにも係わらず、調査は不十分で、特に生活環境での調査は不十分です。

実施内容:

- ① 生活環境でのホットスポットの探索と地図上でのマッピング
- ② 空間線量率の高さ毎の測定 (0-5cm、50cm、100cm高さ)
- ③ 数カ所の土壌についてSr-90/Cs-137比や下方浸透を測定
- ④ 指標植物(松葉、桑の葉)中の放射性CsやSr-90の測定
- ⑤ (可能ならば)茨城県民の初期被曝線量の推定

得られる成果:

- ① 生活空間におけるホットスポットの場所の特定
- ② 茨城県の放射能汚染の現在及び将来予測
- ③ 放射能汚染に対する県民意識の喚起

調査の手法:

茨城県を5区分(県北、県央、県西、県南、鹿行)し、それぞれの担当者が測定を行っています。

ホットスポットの探索には
ベラルーシ製空間線量計
POLIMASTER PM1703M0-1BT
を使用、スマホと連動して
測定を行います。マッピングが可能。

空間線量率の高さ毎の測定は
日本製CsI(Tl)シンチレーション
サーベイメータ 堀場Radi PA-1000
や日本精密DC-100及びNaI(Tl)
シンチレーションサーベイメータ
アロカTCS-172Bを用います。
校正された準標準の測定器
アロカTCS-172Bでそれぞれ校正を
行い、校正定数を求めておきます。

いくつかの場所で土壌・植物
を採取、土壌深さ分布及び
Sr-90/Cs-137比を測定(汚染の指標)

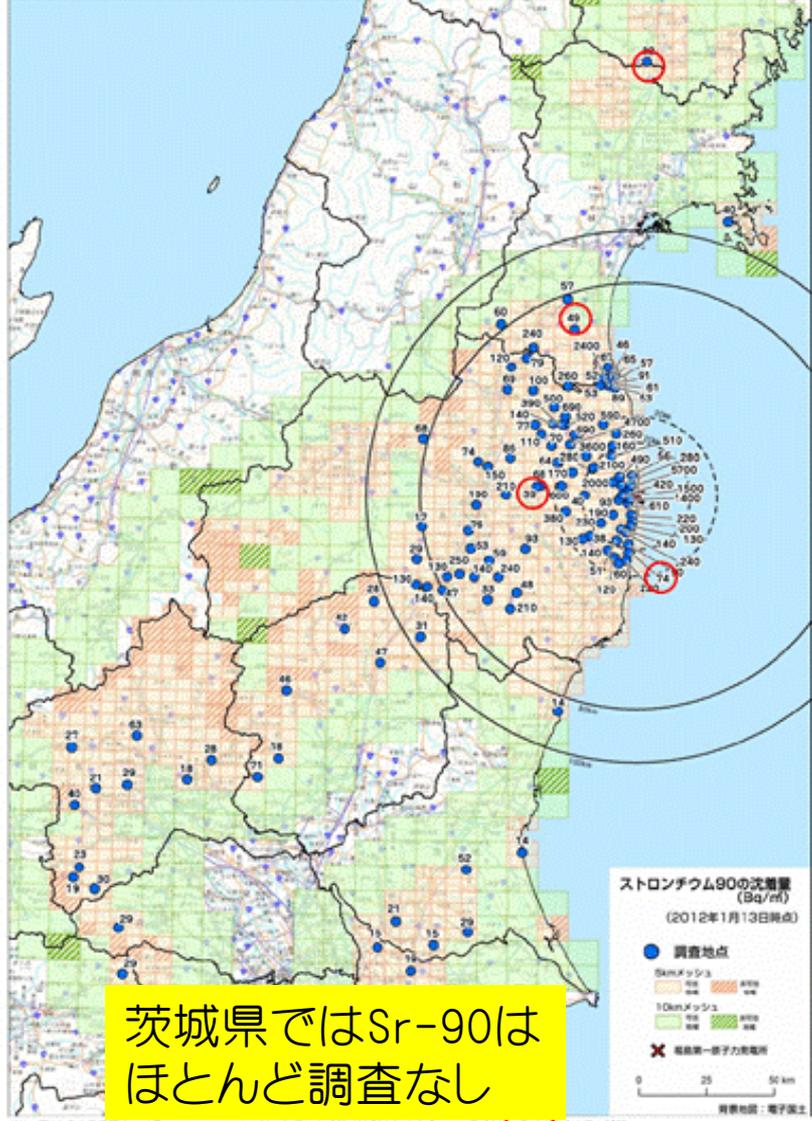
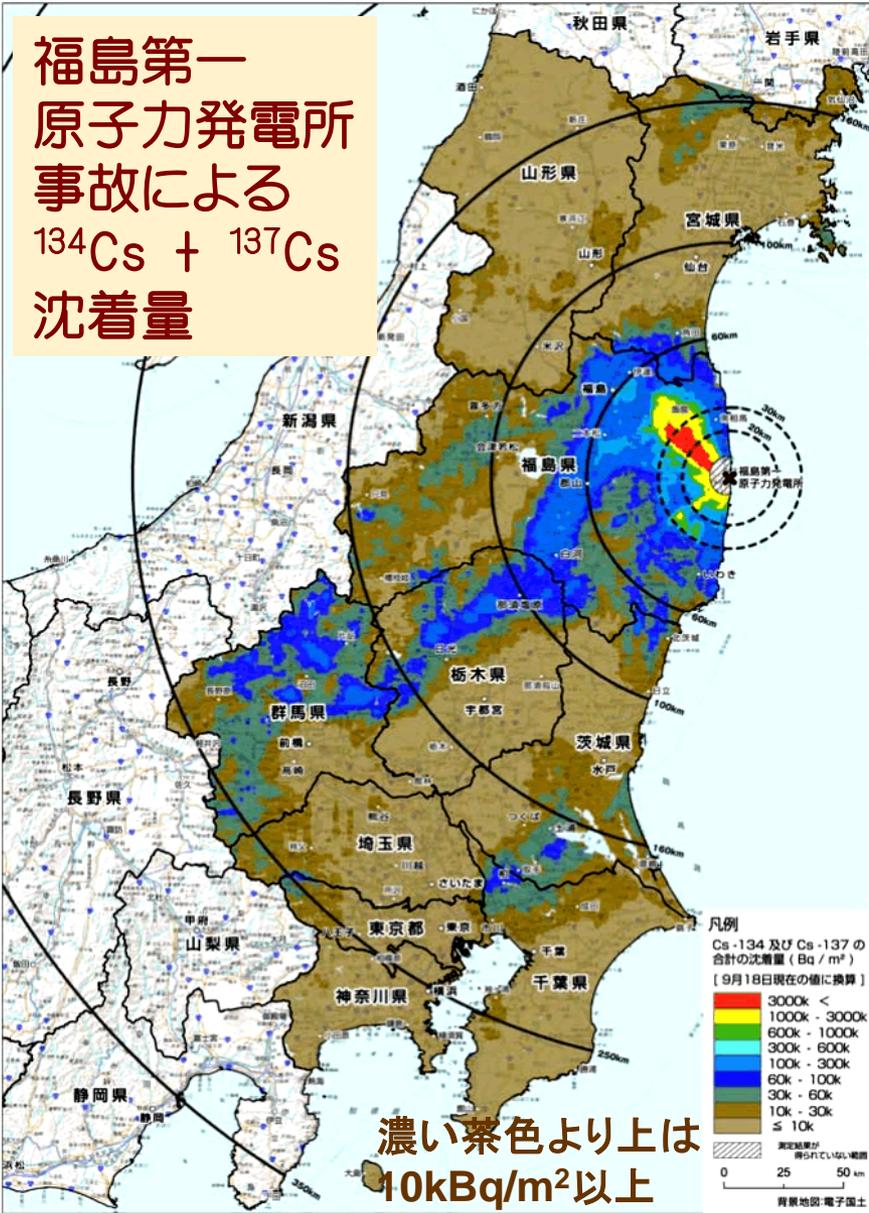


背景:事故後の国の調査:沈着量 Sr-90の沈着量(Bq/m² 2012年1月)

文部科学省による東京都及び神奈川県内の航空機モニタリングの測定結果について(文部科学省がこれまでに測定してきた範囲及び東京都及び神奈川県内の地表面へのセシウム134、137の沈着量の合計)

ストロンチウム90の測定結果 (第2次分布状況調査の結果に第1次分布状況調査※1の結果を追加)

福島第一
原子力発電所
事故による
¹³⁴Cs + ¹³⁷Cs
沈着量

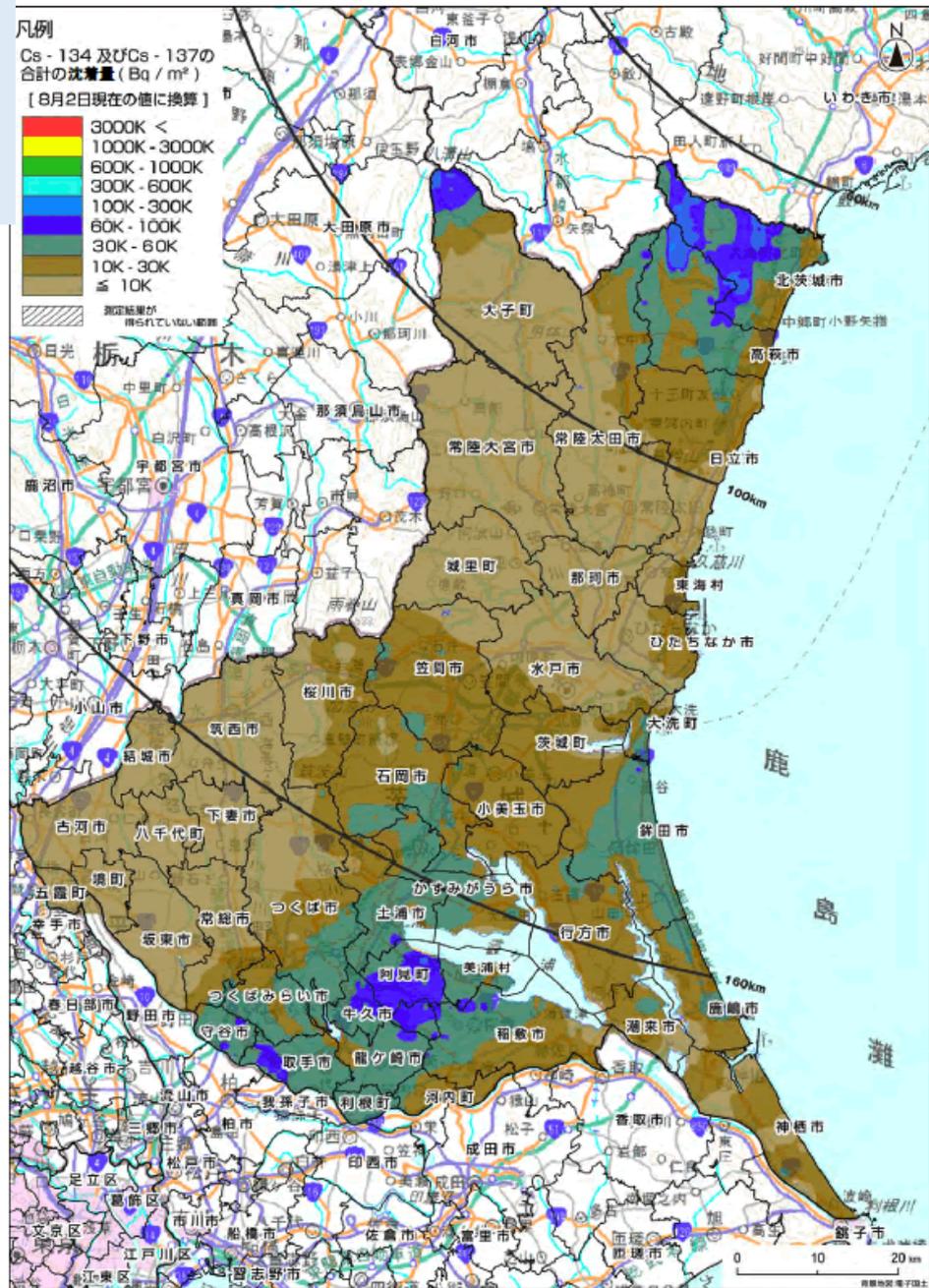


※1 第1次分布状況調査の結果は、ストロンチウム90の物理的半減期(28.79年)を考慮して、平成24年1月13日時点の値に補正
【出典】文部科学省「文部科学省による、①ガンマ線放出核種の分析結果、及び②ストロンチウム89、90の分析結果(第2次分布状況調査)について」の訂正について 2012年9月20日公表
【編集】川根誠也

茨城県内の地表面への セシウム134及び137の 沈着量:国の調査(事故直後)

- *降下量は異なりますが、放射性ヨウ素もほぼ同じように沈着したと思われませんが、全く同じではありません。
- *この図は航空機モニタリングからの結果なので、全体は俯瞰できますが、ホットスポットは探索できません。
- *事故直後のマップであり、その後の除染等により現在のマップとは異なります

<http://savechild.sub.jp/archives/24.html>



国の航空機モニタリングによる2017年度測定結果

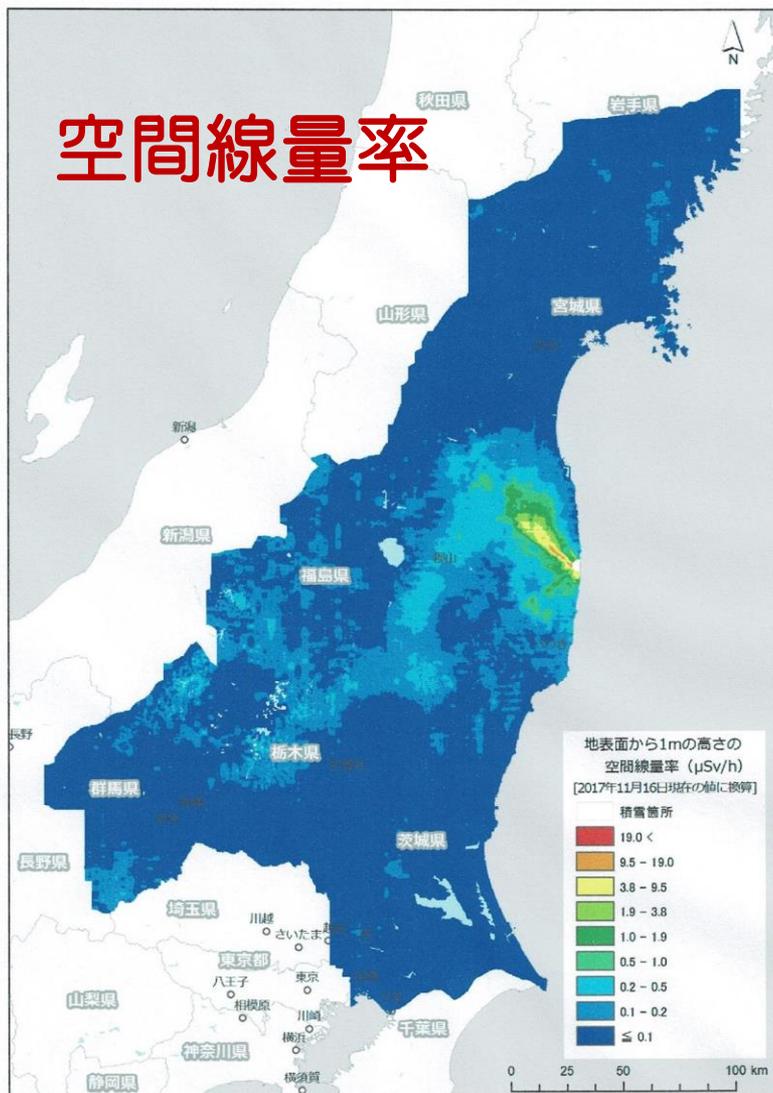


Fig. 5-9 東日本第8次モニタリングと第12次モニタリングにおける空間線量率マップ
(背景地図は、ArcGIS データコレクションスタンダードパック (ESRI, Co. Ltd.) を使用)

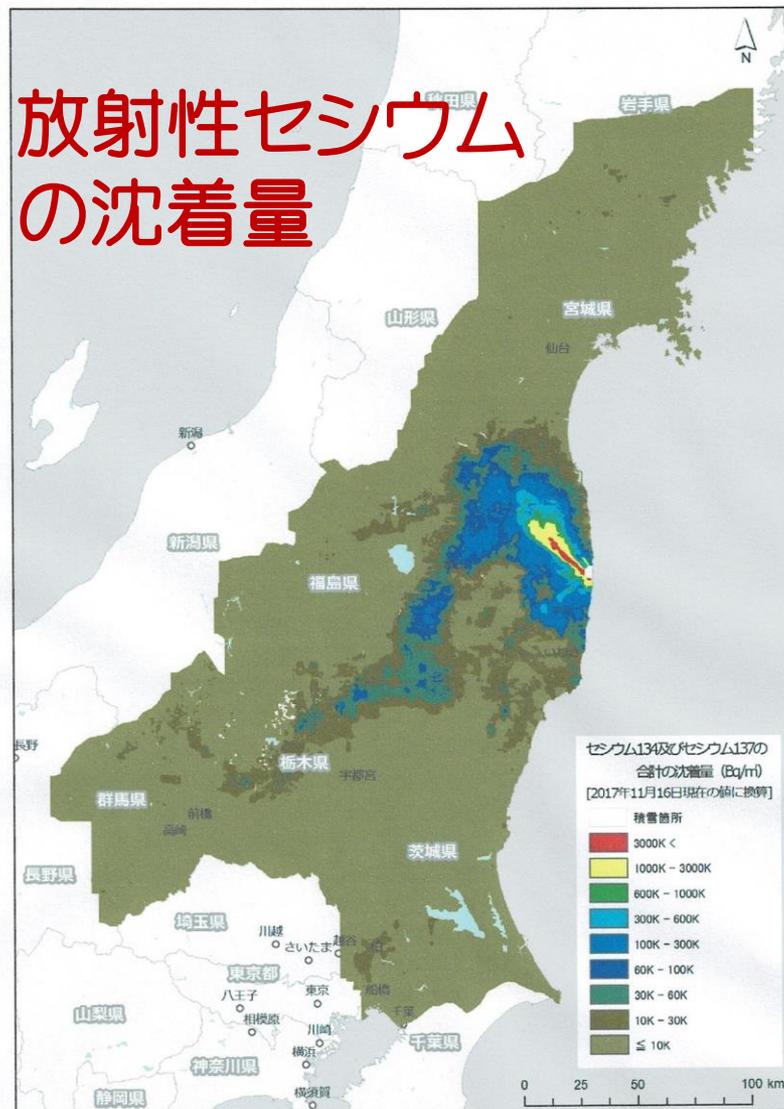
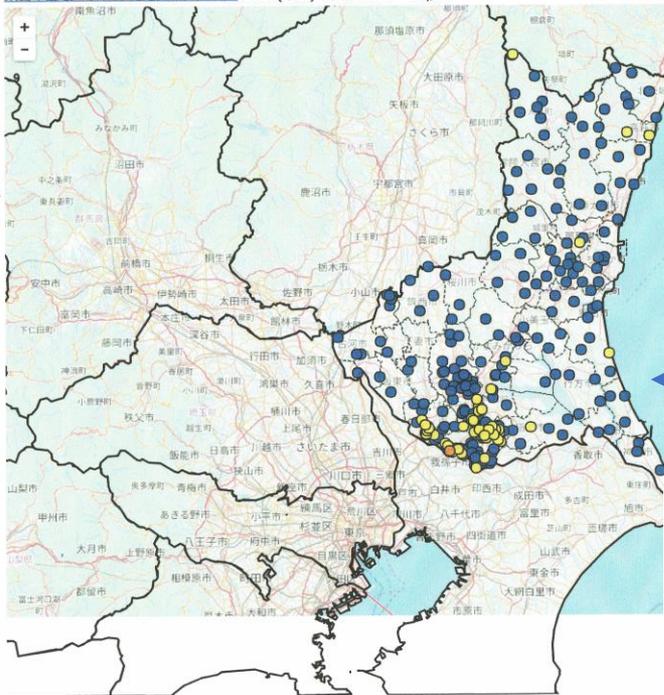


Fig. 5-10 東日本第8次モニタリングと第12次モニタリングにおける放射性セシウム沈着量マップ
(背景地図は、ArcGIS データコレクションスタンダードパック (ESRI, Co. Ltd.) を使用)

広域サーベイなので汚染している場所を見つけられない！

東日本土壌ベクレル測定プロジェクト 2017(最近)年茨城マップ (Bq/m)



市民グループ みんなのデータサイト による調査

茨城県

2018/2/24

東日本土壌ベクレル測定プロジェクト 2017(最近)年17都県マップ (Bq/m)

17都県マップ:東日本土壌ベクレル測定プロジェクト

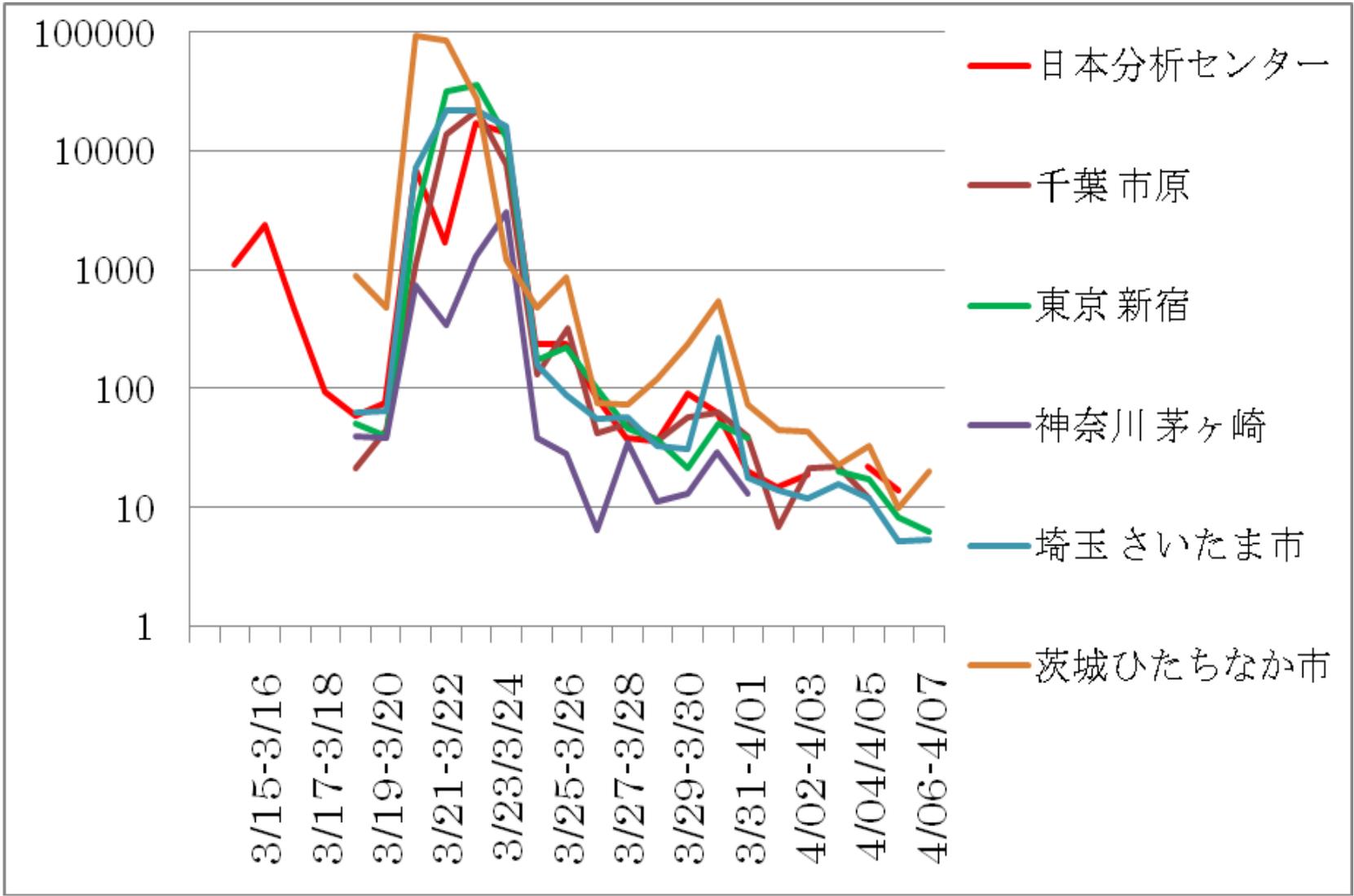
Bq/m | 2017年(最近) | 17都県 | 左の条件で表示



みんなのデータサイトのHPから;
放射性セシウムの各地域での沈着量(Bq/m²)等を
土壌中の放射能実測値から求めています。

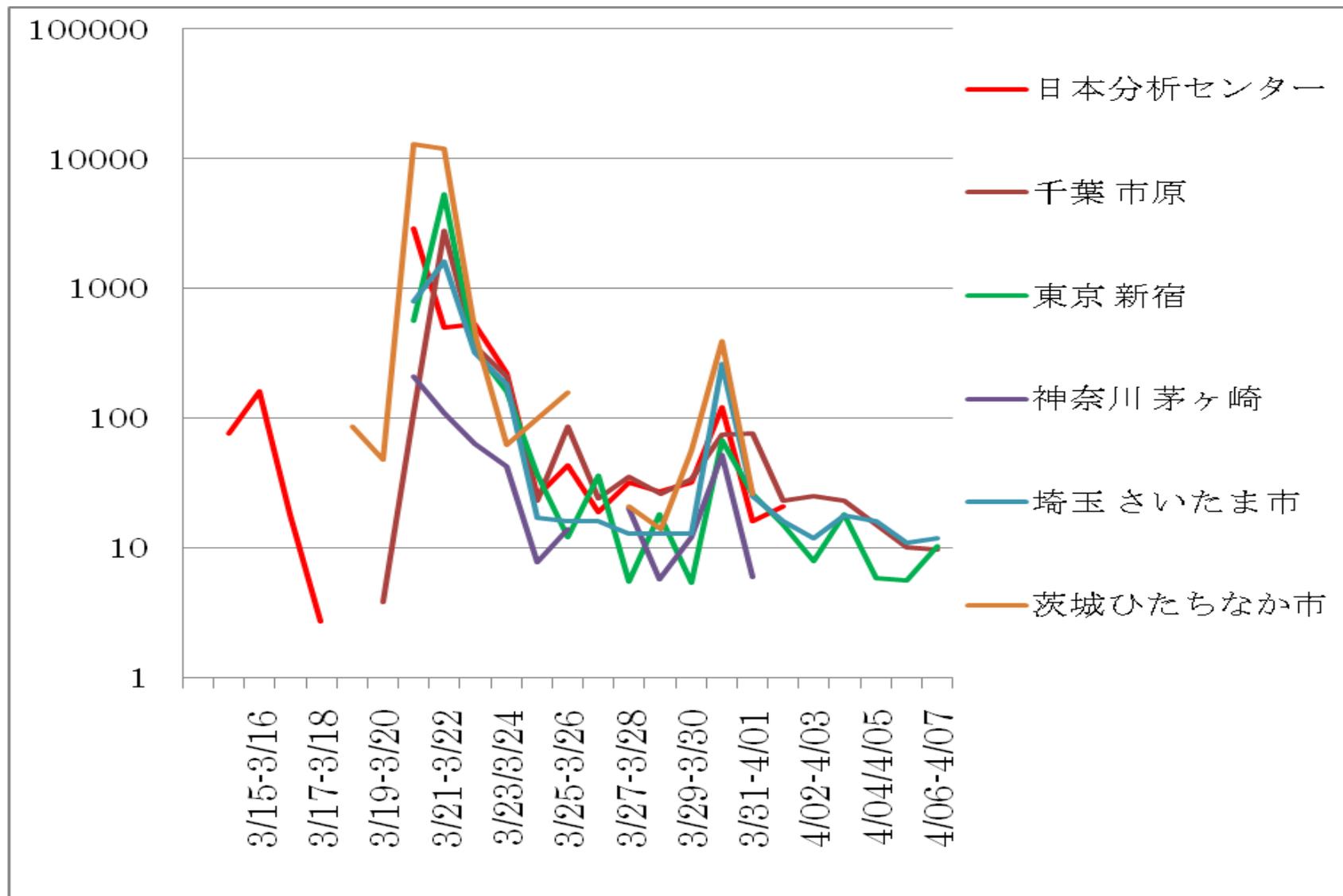
市民の労力が結集した素晴らしい成果です。ただホットスポットや除染済みの場所は避けて測定しているので、全体の傾向は良く分かりますが、汚染の詳細を直ちには把握できません。

福島原発事故によるヨウ素-131の降下量 (MBq/km²;Bq/m²) 事故直後 (関東地方:2011年3月15日~4月7日)

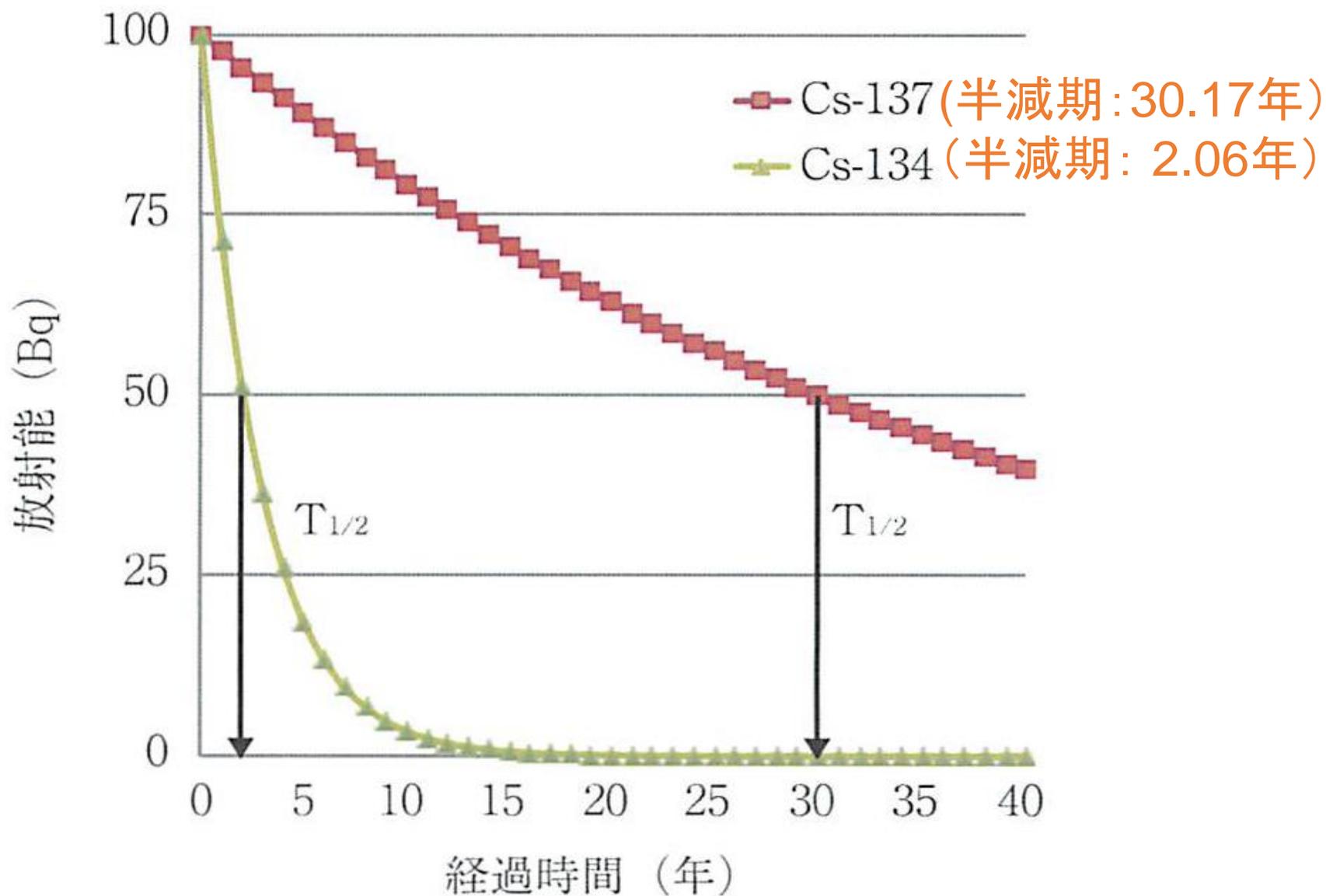


福島原発事故によるCs-137の降下量 (MBq/km²;Bq/m²)

事故直後(関東地方:2011年3月15日~4月7日)



時間の経過による放射能の減衰



外部被ばくに関わる空間線量率について

法律上の一般人の許容線量：年間1ミリシーベルト
空間線量率：0.23マイクロシーベルト(μSv)/時相当

屋内活動の生活パターンを想定した場合の、年間の追加被ばく線量が1ミリシーベルトになるための追加の空間線量率は毎時 $0.19\ \mu\text{Sv}$ で、これに大地からの自然放射線(日本平均は毎時 $0.04\ \mu\text{Sv}$)を加えた値が屋外での 0.23 マイクロシーベルト/時です。

$0.19(\ \mu\text{Sv/h}) \times (16\text{h} \times 0.4 + 8\text{h}) / \text{日} \times 365\text{日} = \text{ほぼ} 1\text{mSv/年}$

実際の空間線量率の測定値は、これに大地からの自然放射線が加わるので $0.19(\ \mu\text{Sv/h}) + 0.04(\ \mu\text{Sv/h}) = 0.23(\ \mu\text{Sv/h})$

この場所に10年住み続ければ、追加の積算線量は10ミリシーベルトです。
吸収線量としては、ほぼ10ミリグレイです。

ICRP(国際放射線防護委員会)は、公刊物99(ICRP Publication 99)での結論

ICRP Pub 99「放射線関連がんリスクの低線量への外挿」(2005)

結論: * 10ミリグレイのオーダーであれば、胎児の場合はがんリスク増加の可能性。

* 1回の線量が平均10ミリグレイの反復透視検査による乳がん過剰リスクも関連がある。

(注:この場合のグレイGyはシーベルトSvとほぼ同じ値です。正確には γ 線等方照射による換算係数は $0.748\ \text{Sv/Gy}$ です)と結論しています。

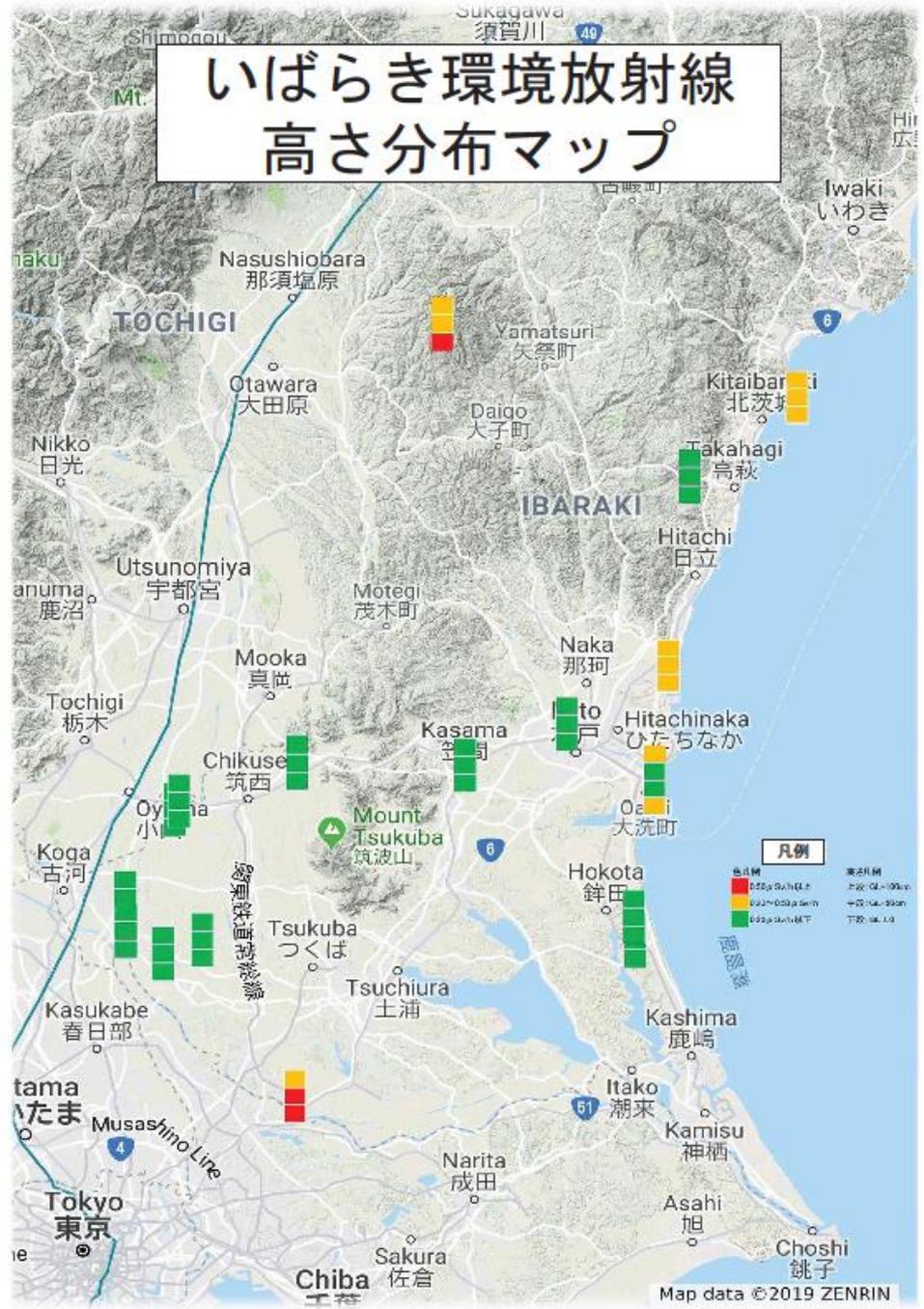
これまでの調査結果: 空間線量率の高さ分布 測定マップ

特徴:

- *高さ毎の線量が色分けされる
- *全体のマップをweb上で表示
- *個々の測定点をクリックすると緯度・経度や測定場所の写真などが表示される

今後の課題:

- *汚染が非均一なので、測定点を増やす
- *全県下を網羅する
- *ホットスポットマップとの連携をどうするか



空間線量率の高さ分布測定マップ

いばらき環境放射線モニタリング...
表示回数 37 回

すべての変更が Google ドライブに保存されました

レイヤを追加 共有 プレビュー

DC-100

個別スタイル

- A1B2B1D2D4DAR20180721...
- K5D201804221740nanbutyu...
- K5D1804211740tomobe
- ABDR201804101344YAMIZO5**
- KD20180602UENONUMA118
- KD20180602UENONUMA218
- A1B1D2DR201804101255IT...
- A1D201806131520Takahagi...
- A1B2B1D2D4DAR20180721...
- K5D201808041700kajiyama
- K5D201808141700kitayama...
- K5D201808141720nagaido

ABDR201804101344YAMIZO5

1/2件 >

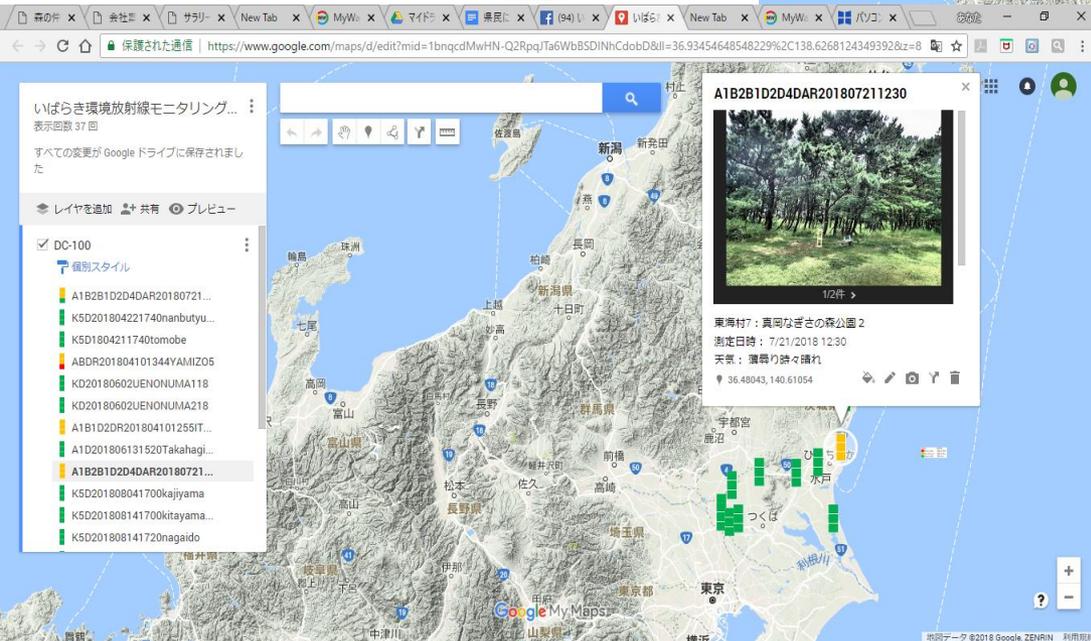
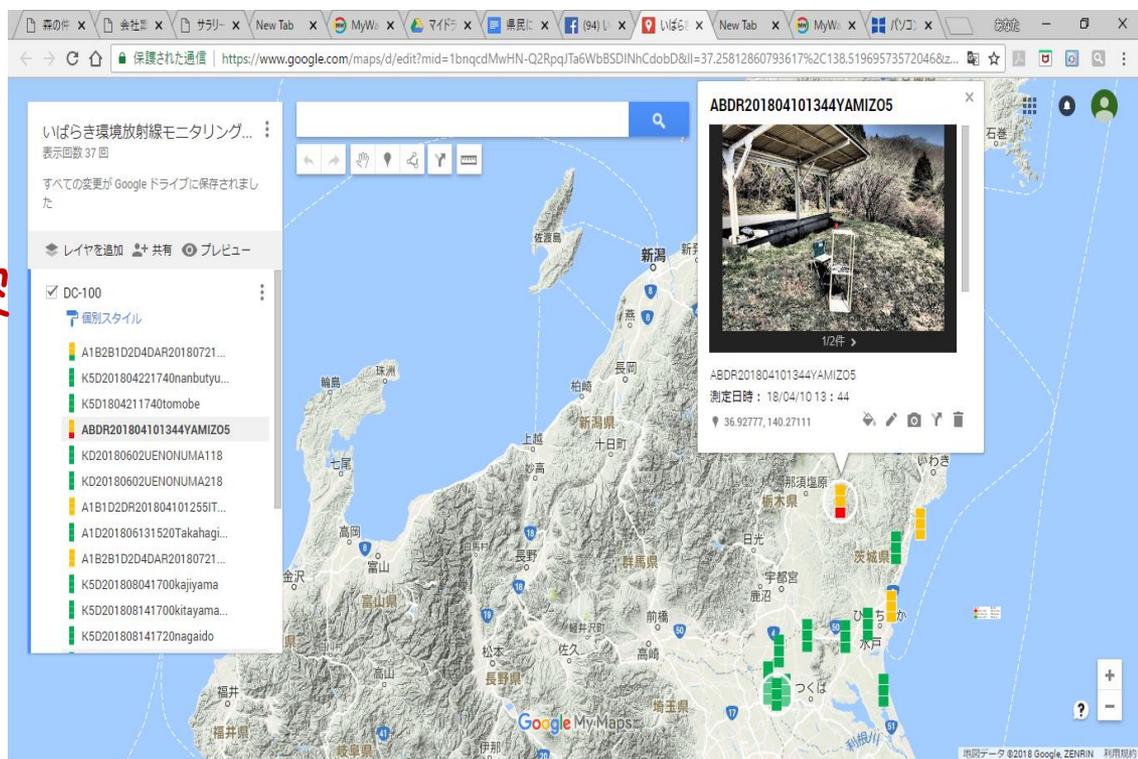
ABDR201804101344YAMIZO5
測定日時: 18/04/10 13:44
36.92777, 140.27111

Google My Maps

地図データ ©2018 Google, ZENRIN 利用規約

空間線量率の 高さ分布 測定マップの内容

測定場所と緯度・経度
測定日時
測定場所の特徴、写真
使用した測定器
高さ毎の空間線量率



地図は拡大表示できます
ので、測定点が近傍で
棒グラフが重なっている
場所でも識別できます。

いばらき環境放射線
モニタリングプロジェクト
のフェイスブックで閲覧
できます。

取手市役所裏駐車場周辺での空間線量の高さ分布



ID	取手④ F172B①Radi③DC⑤		
測定日時	2019/1/30	16:07	
天気	晴れ		
測定場所	取手市役所周辺市役所裏駐車場内階段		
特徴	市役所裏駐車場内階段下の芝生		
緯度経度			
緯度経度決定値	35.912437	140.050122	
測定器	172B①, Radi③, DC100⑤の計3台の平均値		
校正定数	それぞれの値		
GL+1.0m	0.37 μ Sv/h		
GL+0.5m	0.54 μ Sv/h		
GL+0.0m	0.67 μ Sv/h		

*空間線量率の高さ方向での減少割合がそれほど大きくない
(地表面の汚染が広範囲に広がっている)

取手市役所裏住宅地入口での空間線量の高さ分布



ID	取手③ F172B①Radi③DC⑤		
測定日時	2019/1/30	15:52	
天気	晴れ		
測定場所	取手市役所周辺市役所裏住宅地入口		
特徴	市役所裏住宅地入口の草地とコンクリート道路の境界		
緯度経度			
緯度経度決定値	35.912539	140.050281	
測定器	172B①, Radi③, DC100⑤の計3台の平均値		
校正定数	それぞれの値		
GL+1.0m	0.20 μ Sv/h		
GL+0.5m	0.31 μ Sv/h		
GL+0.0m	1.03 μ Sv/h		

*線量率の高さ報告での減少割合が大きい
(地表面の汚染が局地的)

東海村なぎさの森公園での空間線量高さ分布

ID	A1B2B1D2D4DAR201807211230東海村7真岡なぎさの森公園1	
測定日時	2018/7/21	11:30
天気	曇りときどき晴れ	
測定場所	東海村豊岡なぎさの森公園トイレ近くのベンチ横	
特徴	松林脇の草原	
緯度経度	36° 38' 48"	140° 36' 40"
緯度経度決定値	36.480179	140.611175
測定器	DC100の①②④,A-Radi, 1BT,2BTの計6台の平均値	
校正定数	それぞれの校正定数	
GL+1.0m	0.33 μ Sv/h	
GL+0.5m	0.33 μ Sv/h	
GL+0.0m	0.22 μ Sv/h	



*地表面より、0.5mや1m高さの方が
線量率が大きい

*一般人の許容線量率(1mSv/年
相当は0.23 μ Sv/h)を超える

ホットスポットの探索:空間線量率の実測例1: スマホ連動型POLIMASTER PM1703M-1BT

測定手法:

CsI(Tl)シンチレーション測定器

ベラルーシ製POLIMASTER PM1703-1BT

とスマホとでBluetooth通信を行い

スマホのGPS位置衛星情報とGoogleMap

やGoogle Earthを利用して、空間線量と

測定場所を記録、表示する



測定場所は
五浦海岸

位置の精度
はかなり良い

五浦海岸周辺：2018年4月20日
線量率：最小0.05 最大0.36



ホットスポットの探索:空間線量率の実測例2:

八溝山日輪寺周辺：2018年4月10日
線量率 ($\mu\text{Sv}/\text{時}$)：最小0.14 最大0.60

東海村なぎさの森公園：2018年7月21日
線量率：最小0.11 最大0.73



色分け線量区分：

赤 $0.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 以上

橙 $0.23\sim 0.5\mu\text{Sv}/\text{h}$

緑 $0.23\mu\text{Sv}/\text{h}$ 以下



ホットスポットの探索:空間線量率の実測例3:

那珂湊公園と周辺：2018年10月29日
線量率 ($\mu\text{Sv}/\text{時}$)：最小0.10 最大0.76



那珂湊神敷台：2018年9月18日
線量率 ($\mu\text{Sv}/\text{時}$)：最小0.11 最大0.97

測定場所は神敷台
けやき並木
小学生の通学路



色分け線量区分：

赤 $0.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 以上

橙 $0.23\sim 0.5\mu\text{Sv}/\text{h}$

緑 $0.23\mu\text{Sv}/\text{h}$ 以下

ホットスポットの探索:空間線量率の実測例4:

大洗磯前神社周辺及び海岸道路沿い松林：
2018年10月29日
線量率 ($\mu\text{Sv}/\text{時}$)：最小0.09 最大0.44

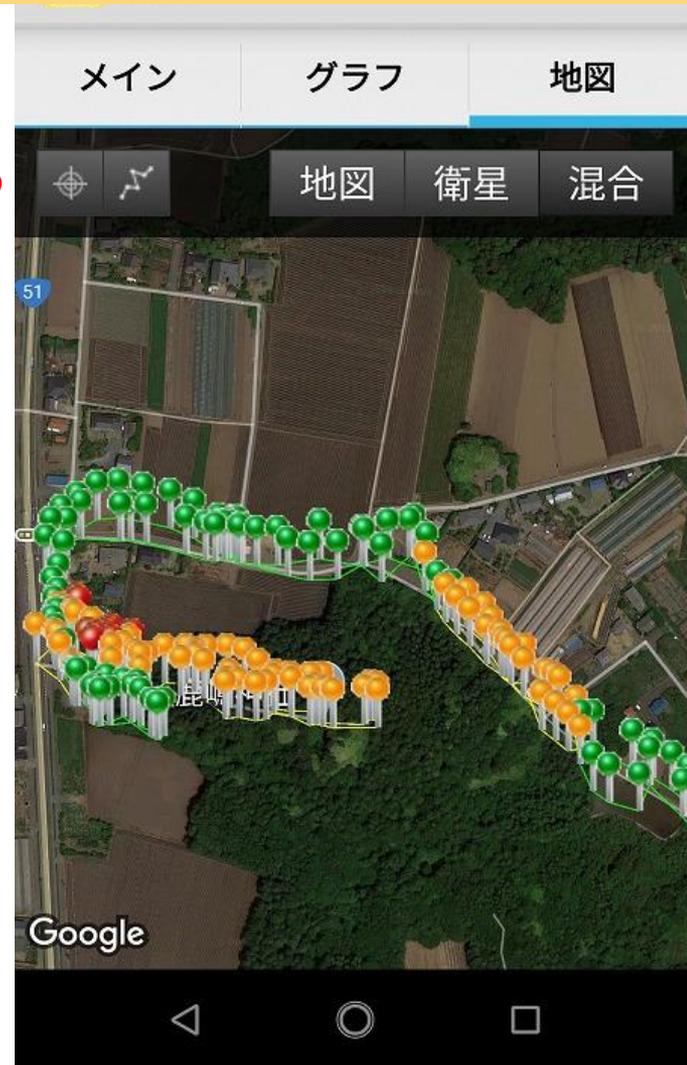
銚田市鹿嶋神社周辺：2019年2月24日
線量率 ($\mu\text{Sv}/\text{時}$)：最小0.08 最大0.57



*安全な場所・危険な場所を県民に知らしめる

*行政に除染を要請

*いまだに高線量率な場所を探索することで、初期の放射性プルームを検証出来るのではないか



ホットスポットの探索

実測例5:取手市役所周辺 の空間線量率のマッピング

2019年1月時点で

*このようにいまだ高線量な場所があちこちに見つかる

*こまめに測定を行うのが肝要!

*全県の地図上で、測定点をクリックすると、このようなマップが見られるようになります(Web上で)



福島原発事故で放出された茨城県における環境中長半減期放射性核種Cs-137やSr-90等の分布や特徴

現状認識:

- * 茨城県下での土壌中のCs-137の濃度は、みんなのデータサイトなどの努力でかなり明らかとなっている
- * ただし土壌中での下方浸透などの課題がある
- * また土壌から植物への移行などが未解明である
- * Sr-90についての情報が余りに少ない

課題:

- * 土質による、土壌中下方浸透の特徴を明らかにする
- * 土壌から植物への移行係数を知ることによって、植物中濃度を予測できる
- * Cs-137とSr-90の土壌や植物中移行の違いを明らかにする
- * 将来予測が行える測定データを得る

放射性セシウムやストロンチウムの測定例(2018年)

試料名	採取地	Cs-137	Sr-90
		Bq/kg乾	Bq/kg乾
土壌(0- 5cm)	常陸太田市 (黒ぼく土)	420	DL(2.02)
土壌(5-10cm)		179	4.68
土壌(0- 5cm)	東海村 (砂質土)	852	DL(1.52)
土壌(5-10cm)		81.4	DL(2.02)
桑の葉	常陸太田市	2.27	3.62
松葉1年葉	東海村	285	1.33
青しその葉	常陸太田市	DL(2.13)	1.44

植物への移行係数
(植物中濃度/土壌中濃度)

桑の葉 Cs-137 0.008
Sr-90 0.77

松1年葉 Cs-137 0.61

植物中Sr-90/Cs-137

桑の葉 1.59
松1年葉 0.005

土壌下方浸透割合
5-10cm深さ/全体

黒ぼく土 30%
砂質土 9%

植物及び土壌中のCs-137及びSr-90の特徴

2018年度の測定結果

- *測定を行った桑の葉及び松葉(1年葉)中のSr-90/Cs-137比は、それぞれ1.59及び0.005であった(茨城県内の2箇所)。これらの数値は、土壌中のSr-90及びCs-137濃度に依存している。桑の葉のようにSr-90を取り込みやすい植物では、植物中Sr-90/Cs-137比は大きな値となり得る。
- *土壌-植物移行係数(植物中濃度/土壌中濃度)は、乾燥重量で桑の葉では、Cs-137及びSr-90でそれぞれ0.008及び0.8、松葉1年葉について、Cs-137で0.6であった。
- *土壌中深さ分布については、2018年時点で、Cs-137については5~10cm深さでは、桑の木の根元の未耕作地(黒ぼく土)で全体の約30%が浸透していた。松の木の根元の砂質土の未耕作地では約10%が存在していた。
- *ただしまだ測定例が少ないので、これからさらに測定を追加し全体の傾向を把握する必要がある

まとめ:茨城県における放射能汚染は非常に不均一である。

今後の科学的な課題:

- *測定結果を積み上げて、初期の放射性プルーム軌跡を検証する。
- *これまで測定が不十分な県南や鹿行地域などでも測定を進める。
- *1F事故による茨城県での汚染の実体を明らかにする。
- *測定データの共有。

社会的な課題:

- *活動の輪を拡げ、測定参加者を増やすにはどうしたら良いか？
- *測定結果をどのように県民に知らせめるか、
- *東海第二原発再稼働阻止にどう結びつけるかなど。

成果の公表など:

- 2018年3月10日 低認知被災地におけるポスト3.11の市民活動報告会(茨城大学)
- 2018年8月30日 原子力市民委員会主催「福島県外の放射能汚染に関する意見交換会」
茨城大学 図書館セミナールーム
- 2019年3月12~14日 環境放射能研究会で発表(つくば高エネルギー加速器研究機構)
- 2019年3月31日 水戸生涯学習センターで公開の測定報告会
「いばらき環境放射線測定報告会ー改めて茨城の放射能汚染を考える」
いばらき環境放射線モニタリングプロジェクト主催



2019年3月31日 水戸生涯学習センターで公開の測定報告会

参加者:70名

東京新聞記事「福島原発事故 茨城県内の放射能汚染報告」

測定の市民団体 「8年後でも影響」

2019/04/01 記事



測定協力体制：

ガンマ線放出核種詳細分析 Ge半導体検出器

新宿代々木市民測定所 他

クロスチェック用NaI(Tl)シンチレーション検出器

AT機 つくば市民放射能測定所 他

スペクトル解析AT1320A いわき放射能市民測定室たらちね

スペクトル解析CAN-OSP-NaIふくいち周辺環境モニタリングプロジェクト

クロスチェック用高精度空間線量率計 TCS-172B他

カタログハウスから1台借用、及び自前を含め中古品4台を調達

ふくいち周辺環境放射線モニタリングプロジェクトチーム

ベータ線放出核種Sr-90分析 液体シンチレーション検出装置

いわき放射能市民測定室たらちねベータラボ

茨城県における市民による先行調査：

みんなのデータサイト、土浦まちづくり市民の会、

常総生協、生活クラブ生協、こつこつ測り隊、など

1F周辺ではふくいち周辺環境放射線モニタリングプロジェクトなど

謝辞:本調査は高木仁三郎市民科学基金の助成を受けて実施しています。

高木基金及び試料採取や採取器具の提供、測定器提供、測定等を手助け頂いた

「ふくいち周辺環境放射線モニタリングプロジェクト」、

「新宿代々木市民測定所」、「いわき放射能市民測定室たらちね」、

「カタログハウス」の皆さまに感謝します。