放射線防護の民主化フォーラム　2024.11.3

汚染土再利用における土壌粉じん吸入の危険性

「放射能拡散に反対する会」
青木一政

福島老朽原発を考える会（フクロウの会）

ちくりん舎
市民放射能監視センター

汚染土再利用「施工中」の空気中の粉じん放射能濃度基準はどのくらいか

今後の予定　②放射線等の安全性モニタリング（赤字：更新箇所）

環境省

周辺住民（施工場所の境界部）および施工作業者や道路利用者への、再生資材を道路盛土に利用することによる放射線影響等について把握・評価するため、以下の項目について計測し、既定基準値内であることを確認する。

（1）作業者の外部被ばく線量
- 代表者が個人線量計を着用し、各月ごとに集計の上、追加被ばく線量が年間1mSvを超えないことを確認する。

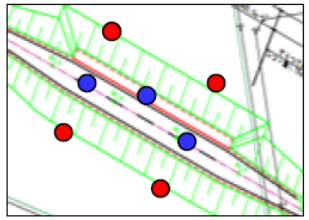
（2）空間線量率
- 施工中は、施工場所の境界部4箇所（下図赤丸）において「放射能濃度等測定方法ガイドライン」に準じて、施工前測定値の平均値＋施工前測定値の標準偏差の3倍＋0.19μSv/h以内であることを確認する。
  （注）施工作業者の被ばく管理は上記（1）のとおり行うが、参考まで、施工場所3箇所（下図青丸）の空間線量率も測定する。
- 覆土（50cm以上）後は、周辺環境と有意な差がないことを確認する。

（3）空気中の放射性物質濃度
- 施工中、再生資材が露出している際は、「放射能濃度等測定方法ガイドライン」に準じて、以下であることを確認する。
  Cs-134 20Bq /m³以下 Cs-137 30Bq /m³以下 かつ (Cs-134/20)+(Cs-137/30)≦1。【検出下限値　2.0×10^{-1} Bq /m³】
- 覆土後は、周辺環境と有意な差がないこと。

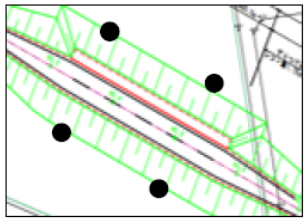
（4）浸透水の放射性物質濃度ほか
- 「放射能濃度等測定方法ガイドライン」に準じて、以下であることを確認する。
  Cs-134 60Bq /L以下 Cs-137 90Bq /L以下かつ(Cs-134/60)+(Cs-137/90)≦1。【検出下限値　1Bq /L】
- 公共用水域への排水基準に適合することを確認する。

（参考）
測定箇所

空間線量率
※境界部　●4地点
※盛土上（参考）
●3地点



空気中の
放射性物質濃度
※境界部　●4地点



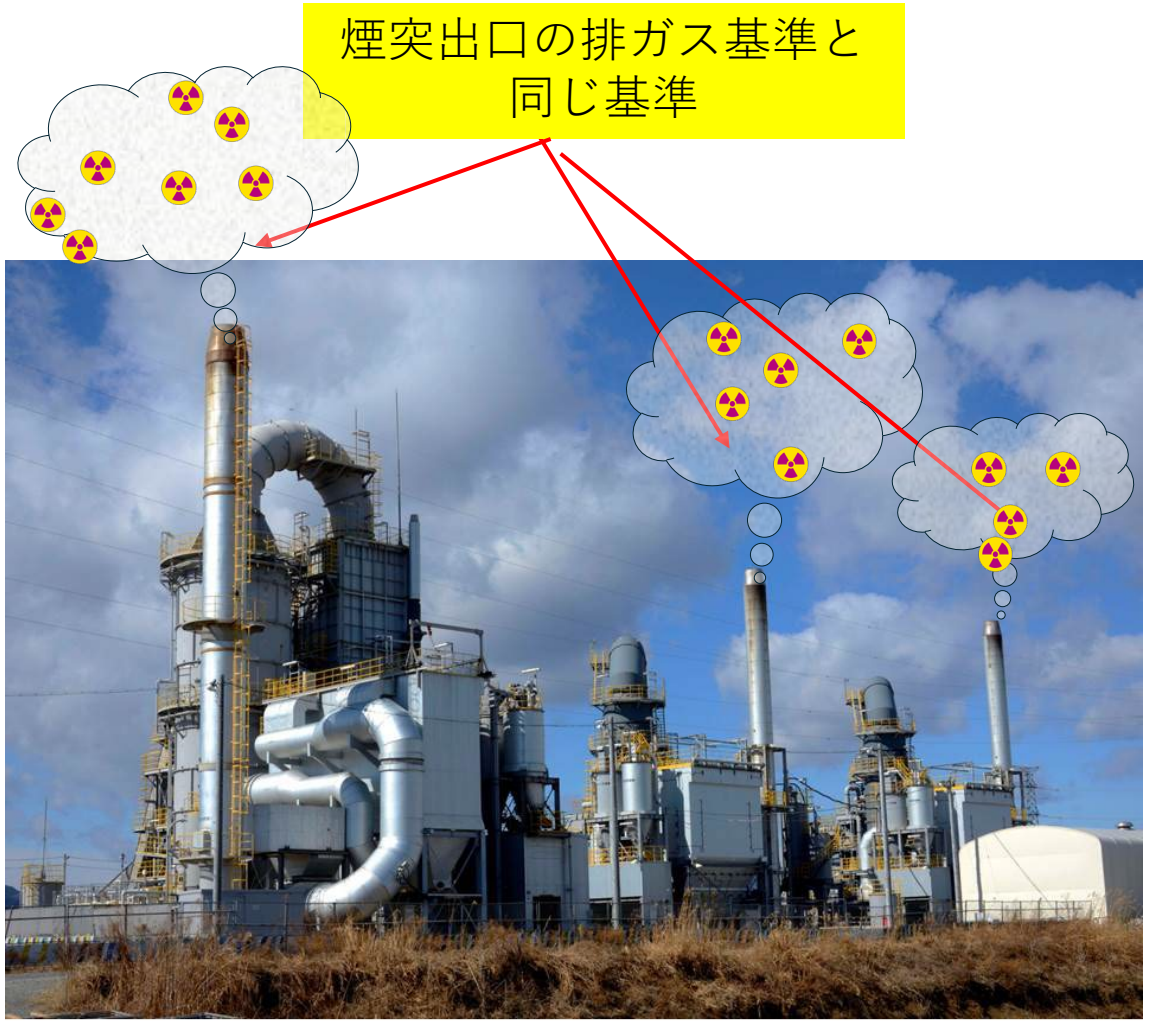
18

施工中、再生資材（汚染土のこと）が露出している際は「放射能濃度測定方法ガイドライン」に準じて・・Cs-137が１㎥当たり30Bq以下であること。

環境省環境再生・資源循環局「福島県（中間貯蔵施設）内での道路盛土実証事業の実施状況」2023年9月5日より
https://josen.env.go.jp/chukanchozou/facility/effort/investigative_commission/pdf/wg_230905_01-04.pdf

1㎥あたり30Bｑ以下＝ごみ焼却炉、放射能ごみ焼却炉等の排ガスの規制基準と同じ

環境省『除去土壌の再生利用ってどんなことをしているの？②』より



相馬市仮設焼却炉　最左がIHI製270トン　あとの2つがタクマ製各150トン

写真：山本宗輔氏提供

1㎥あたり30Bｑ以下という基準がいかに高いか、その説明の全体像

そもそも焼却炉煙突出口と同じ基準というナンセンス、でたらめ。

工事中の地上での基準が煙突出口と同じというのは、煙突で風により希釈すれば「安全」という論理をも踏み越えている。

南相馬市原町区西部の大気中セシウム濃度の実態（福島県測定）はどのくらい？

同地域住民の内部被ばく実態（ちくりん舎尿検査による吸入被ばくの実態）

低濃度の慢性摂取も高濃度の急性摂取、どちらも危険

大気中セシウム濃度測定で使われるハイボリューム・エアダストサンプラでは微小粒子は測れない（測定方法の問題）

大気中のセシウム微小粉じんの吸入による特別な危険性

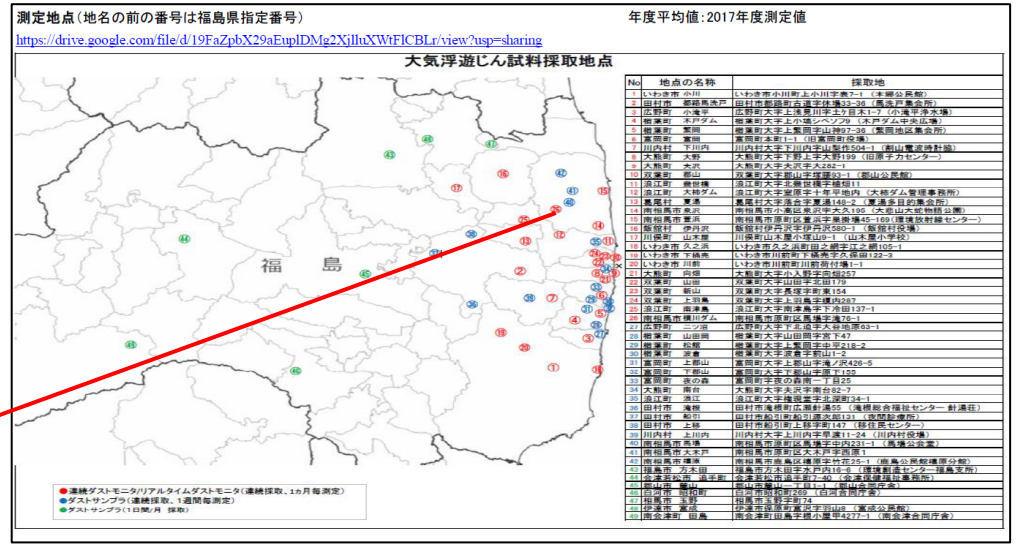
SPM（浮遊粒子状物質、PM10、PM2.5）は空気中を浮遊し広範囲に広がる。

SPMにはセシウムボール（CsMP）という超高濃度粒子が含まれている。CsMPの再浮遊を吸い込む危険性。

南相馬市原町区西部の大気中セシウム濃度の実態（福島県測定）はどのくらい？

福島県は福島原発事故以降県内49箇所でエアダストサンプラによる大気中粉じんセシウム濃度を測定発表している。

ちくりん舎ウエブサイトではそれを定期的にグラフ化して可視化して掲載。
http://chikurin.org/wp/?page_id=5114

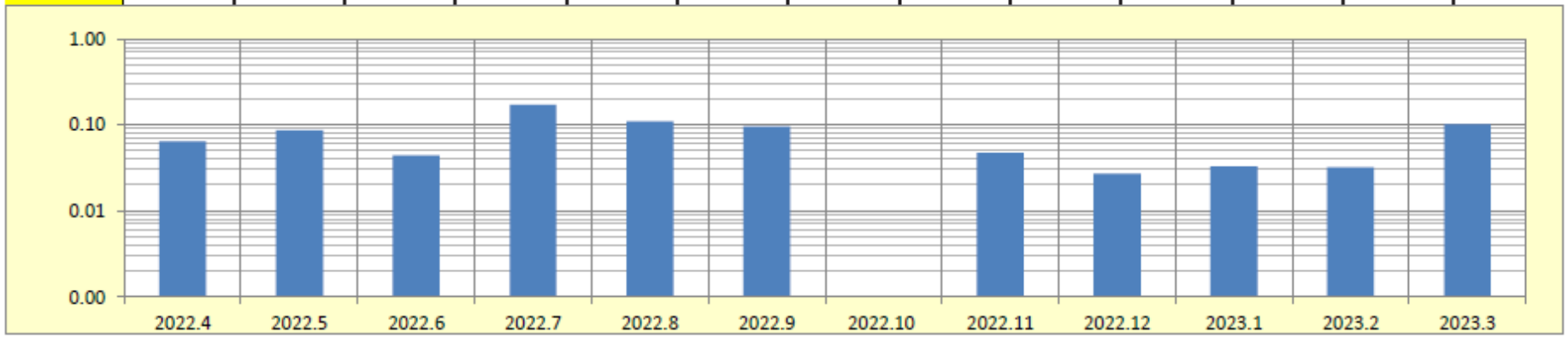


https://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal/ps-taiki-huyuzin.html

福島県南相馬市横川ダム（リアルタイムダストモニタ）

単位：mBq/㎥

2022年度 月間測定	2022.4	2022.5	2022.6	2022.7	2022.8	2022.9	2022.10	2022.11	2022.12	2023.1	2023.2	2023.3
	0.064	0.086	0.044	0.170	0.110	0.095	ND	0.047	0.027	0.033	0.032	0.100



2022年度では0.033~0.17ミリBq/㎥の範囲。
平均で0.07ミリBq/㎥程度。
0.1ミリBq/㎥としても、施工時の基準はその300倍。

南相馬市原町区西部住民の吸入被ばくの実態

ハウスダストセシウム濃度と24時間尿中セシウム排泄量（Cs_{24EX}）の関係
2022年～23年ちくりん舎調査

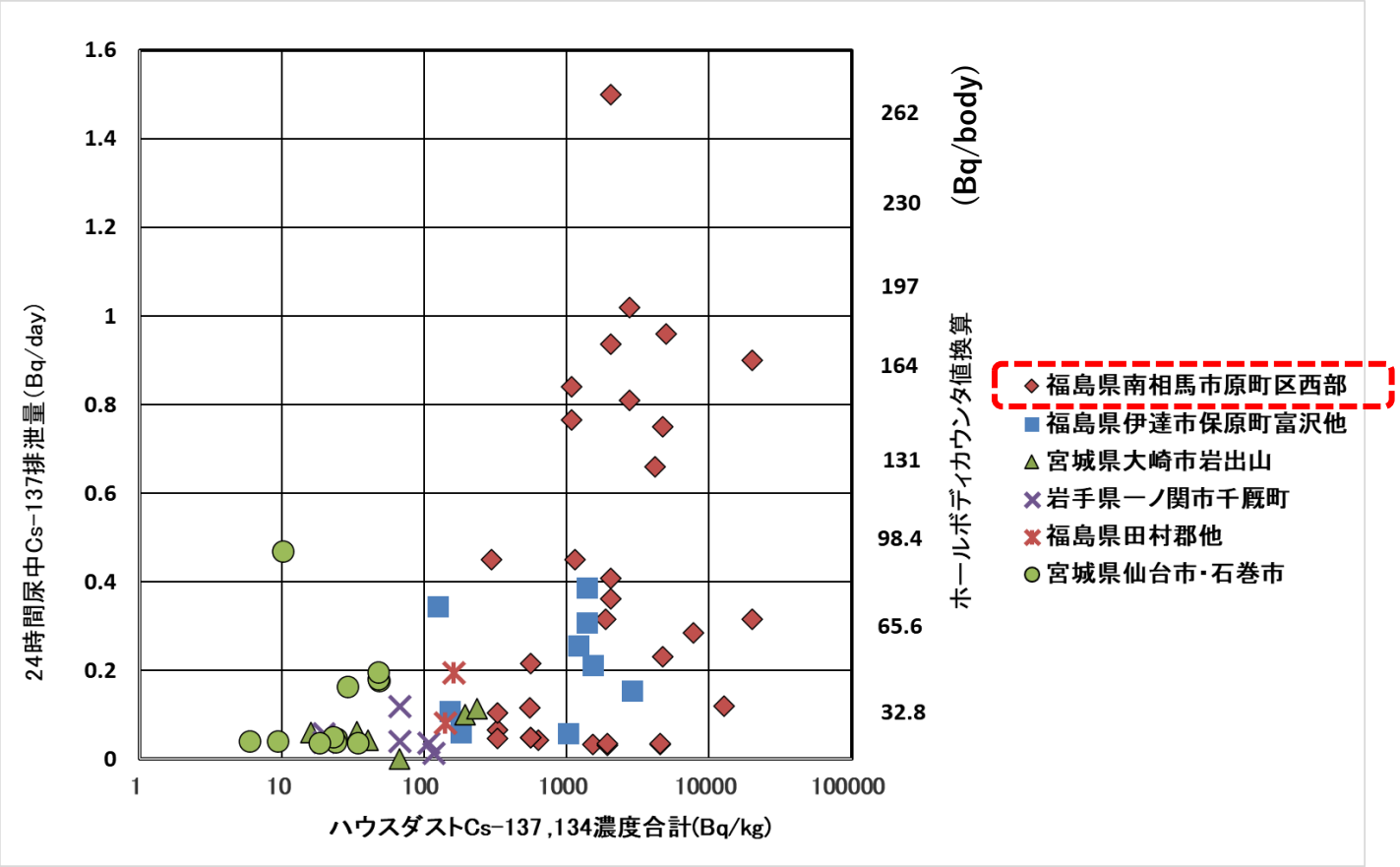


図１にハウスダストCs濃度とCs_{24ex}の関係を示す。第2縦軸はCs_{24ex}から換算したホールボディカウンタ値（Bq/body）である[i]。

南相馬市で高濃度汚染が見られ内部被曝も大きい傾向が見られた。（相関係数0.318）

コメの内部被曝への寄与は小さかった。

図1　ハウスダストとCs_{24ex}の関係（コメ中のCs摂取影響を除外済み）

i）Malátová, I. & Fojtík, P. *Radiat. Prot. Dosimetry.* **186,** 196–201 (2019).

南相馬住民で「野菜自家栽培」と答えた人が高い傾向？

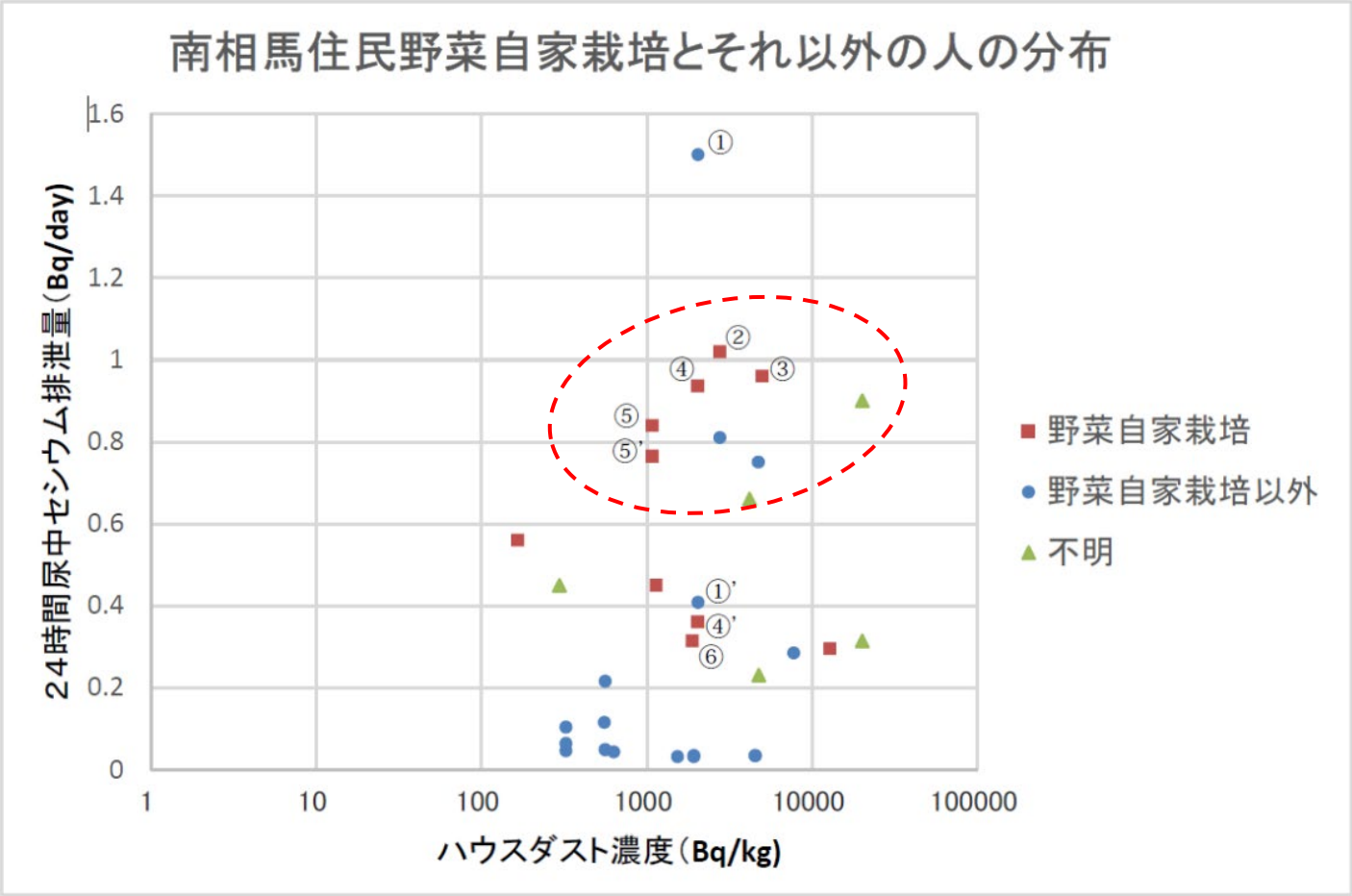


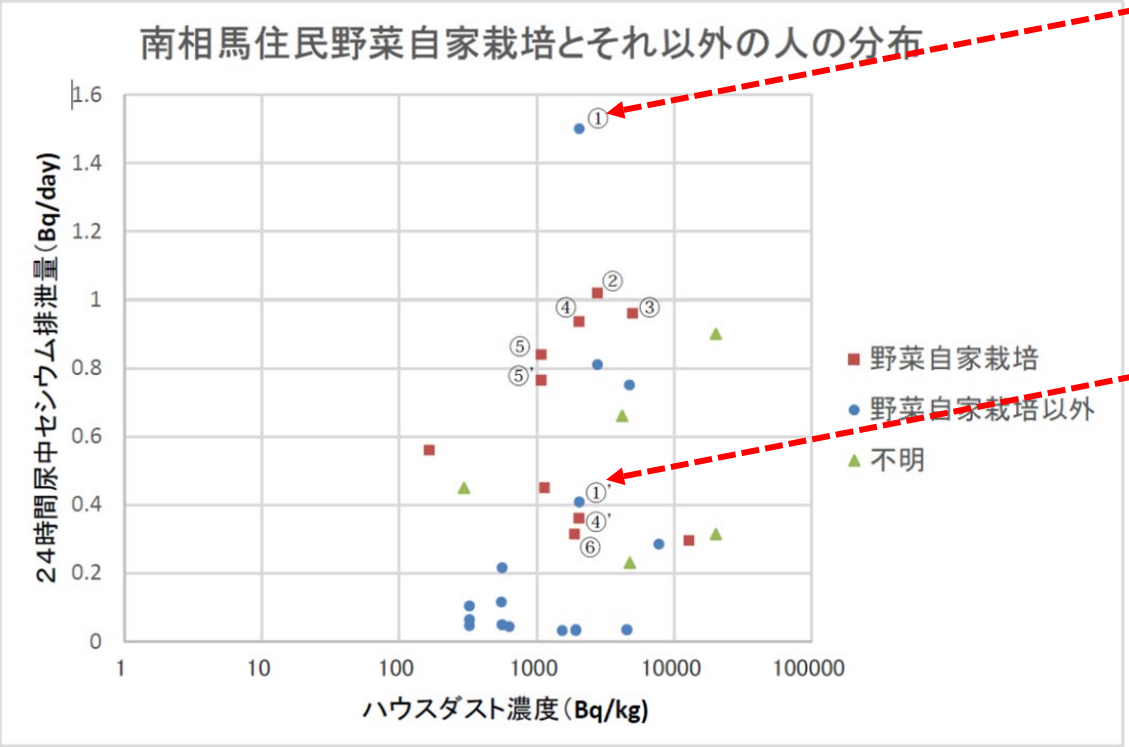
図2　南相馬住民で「野菜自家栽培」と答えた人とそれ以外の人の傾向

- 図2は図1の南相馬住民の部分のみ抽出。アンケートで「野菜自家栽培」と答えた被験者とそれ以外の被験者のCs_{24ex}を比較した。
- 「野菜自家栽培」と回答した被験者が高い傾向がある様にも見える。

↓

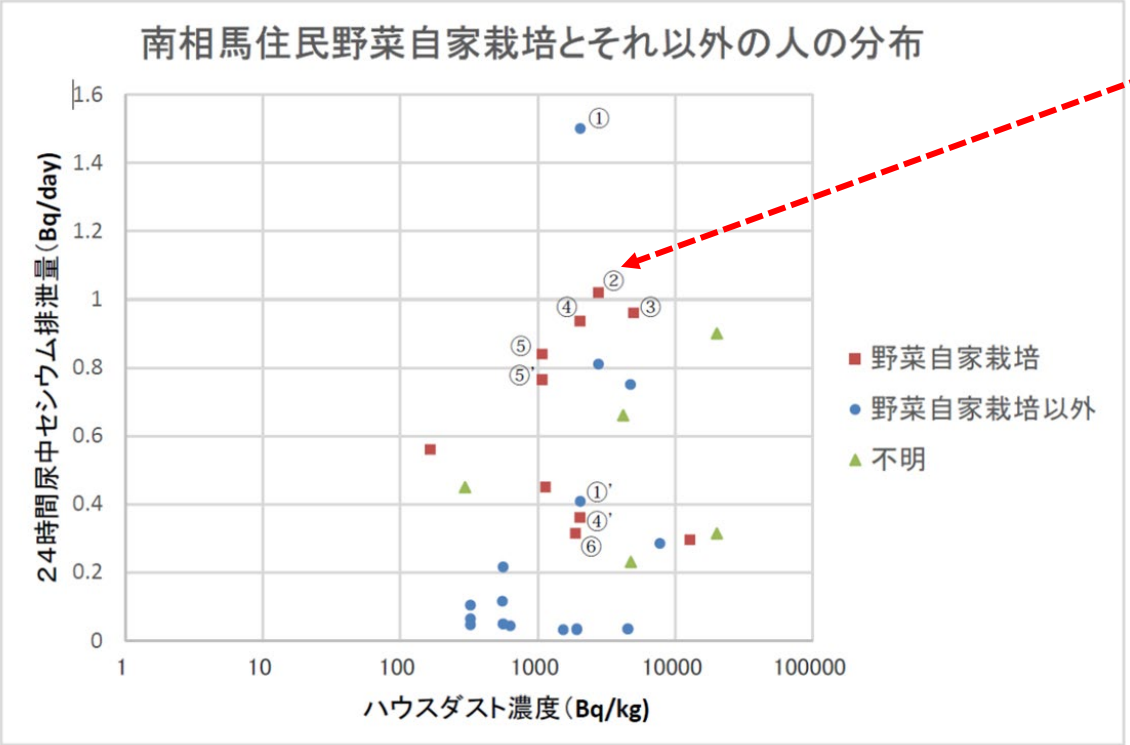
- 図中の①～⑥の被験者について戸別訪問し再調査を実施した。
- ①は「野菜自家栽培以外」であるがCs_{24ex}が高いため対象とした。
- ①’④’⑤’はそれぞれ①④⑤と同住居に住むパートナーの結果である。

屋外活動による土壌粉じん吸入の影響が明らかな例（１）



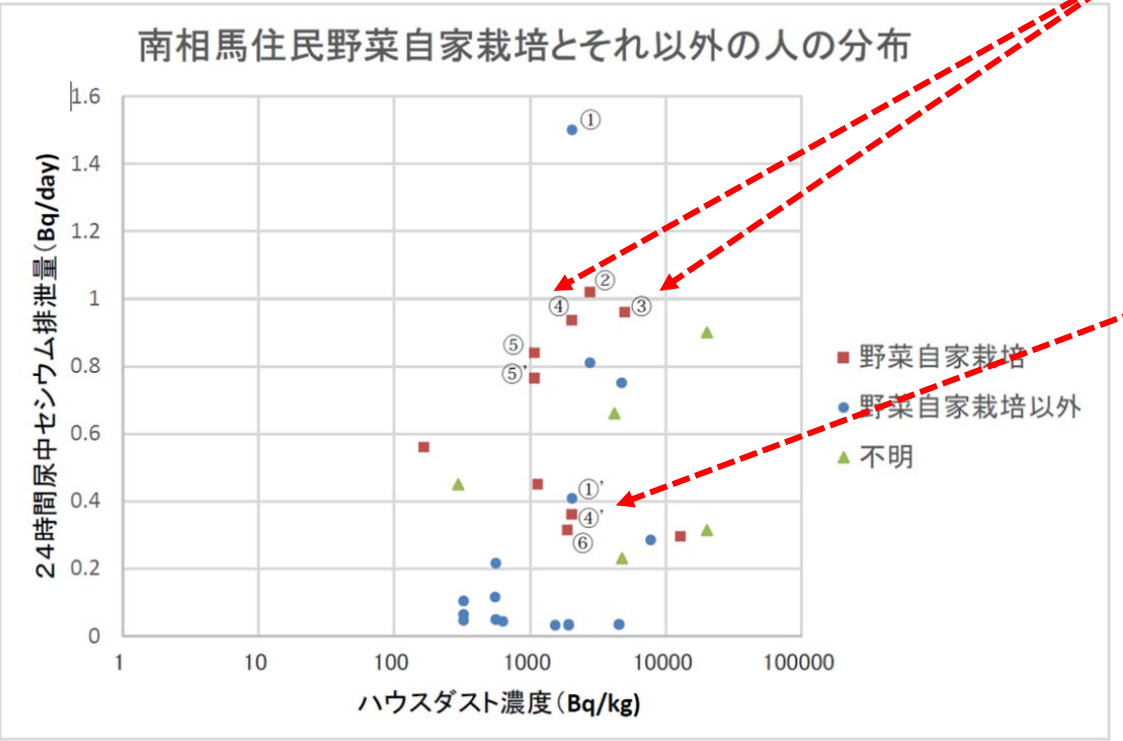
- 被検者①は家の前に大きな花畑を持っており、毎日2-3時間の草むしり等を行っている。花畑の土壌Cs濃度は1500-1600Bq/kg。
- 花畑の前の道路を頻繁にダンプカーが往来していた。近くの山に採石場があり砕石運搬のために往来している。
- 同じ住宅に住むパートナーの①’は、日中は仕事で自宅にはいない。
- 被験者①はダンプカー往来による土埃粉じんの舞い上がりが多い場所で、かつ屋外作業時間が長いことによる吸入摂取によるものと考えられる。

屋外活動による土壌粉じん吸入の影響が明らかな例（２）



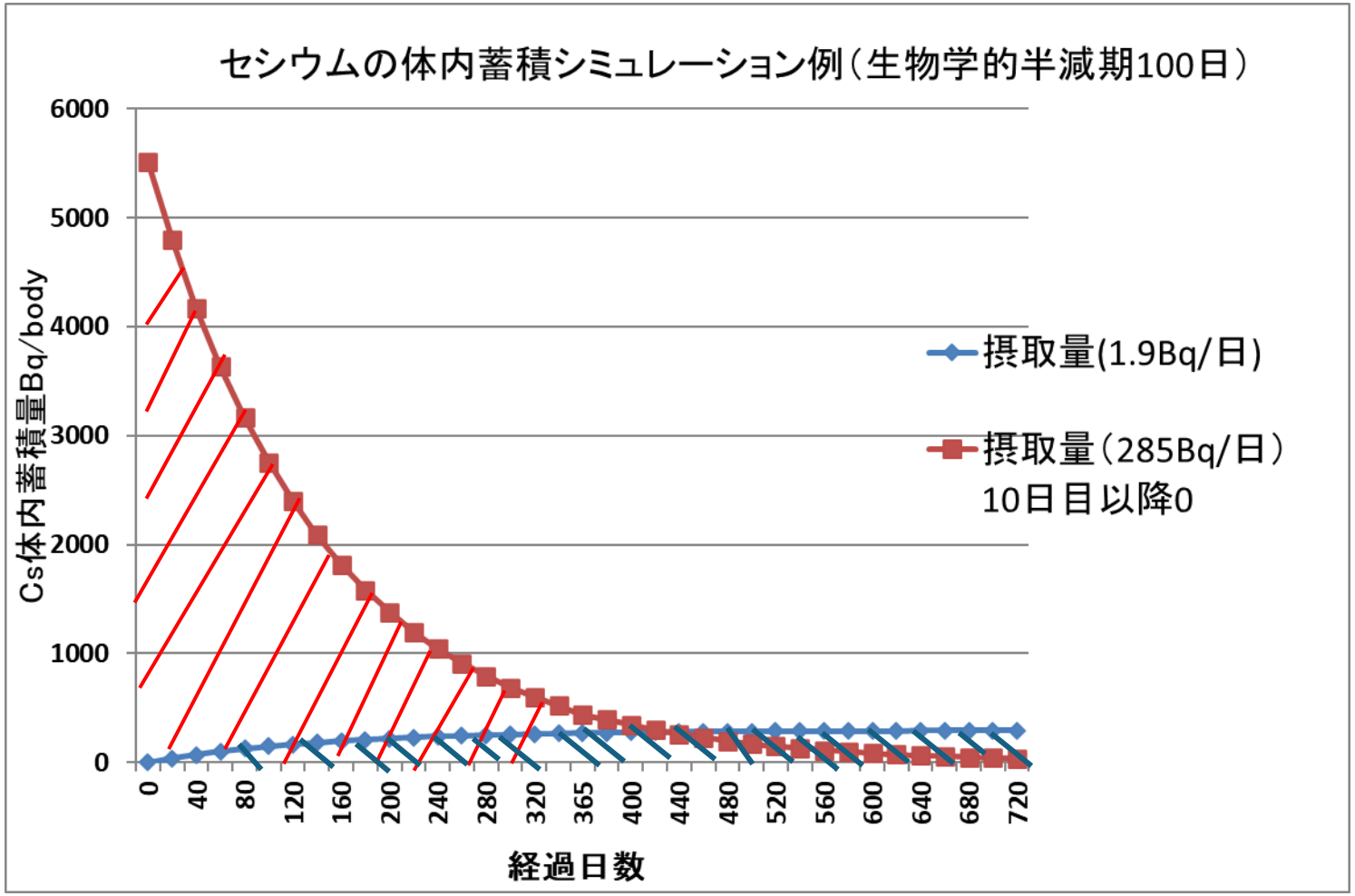
- 被検者②は、訪問してのヒアリングでは野菜栽培はしていなかった。
- 晴れている日は2-3時間、広い庭や家周辺の草刈りを行っている。
- 庭の土壌Cs濃度は3200-3300Bq/kg。
- 草刈り作業による舞い上がりの土壌粉じんを吸入していることによると考えられる。

屋外活動による土壌粉じん吸入の影響が明らかな例（3）



- 被検者③④は種々の野菜を栽培している。
- サンプリングした野菜は、コンニャクイモ1.5Bq/kg、サツマイモ0.73Bq/kg程度。ナス、ピーマン、サトイモ、カボチャは不検出であった（検出下限値0.41-0.71Bq/kg）。
- 畑の土壌は240-440Bq/kg程度。
- 野菜自給率は70%程度。
- ③、④は毎日3-4時間程度の農作業、草取り等をしている。
- ④’ はほとんど農作業は行っていない。
- ③、④のCs_{24ex}は農作業中の周辺土壌粉じんの吸入によるものと考えられる。

低濃度慢性摂取と高濃度急性摂取どちらも危険



シミュレーションに用いたモデルはICRP, Pub111,p29による

南相馬市被験者中の最大値である270Bq/bodyを慢性摂取（1年間）と考えると1日当たり1.9Bq摂取。この場合のセシウム体内蓄積の変化を青線で示す。

施工時基準30Bq/㎥では（1日あたり呼吸量19㎥、沈着率0.5と仮定すると）1日の吸入摂取量は285Bq/日となる。10日間工事で吸入摂取以降、吸入摂取0の場合の体内蓄積の経緯を赤線で示す。

内部被ばく量はどちらも体内蓄積量の面積（青斜線、赤斜線部で表される。慢性摂取は生きている限り続くことに注意。

汚染土再利用施工時には大気中にセシウムを含む微小粒子が拡散する。

そもそも焼却炉煙突出口と同じ基準というナンセンス

→ 煙突は何のためにある？排ガス中の有害物質を風で拡散させて希釈するため。地上での工事で煙突出口と同じ基準で良い（安全）というのであれば、全ての焼却炉の煙突も不要となる。

南相馬市原町区西部の大気中セシウム濃度の実態（福島県測定）はどのくらい？

→ 同地域住民の内部被ばく実態（ちくりん舎尿検査による吸入被ばくの実態）

→ 低濃度の慢性摂取も高濃度の急性摂取、どちらも危険

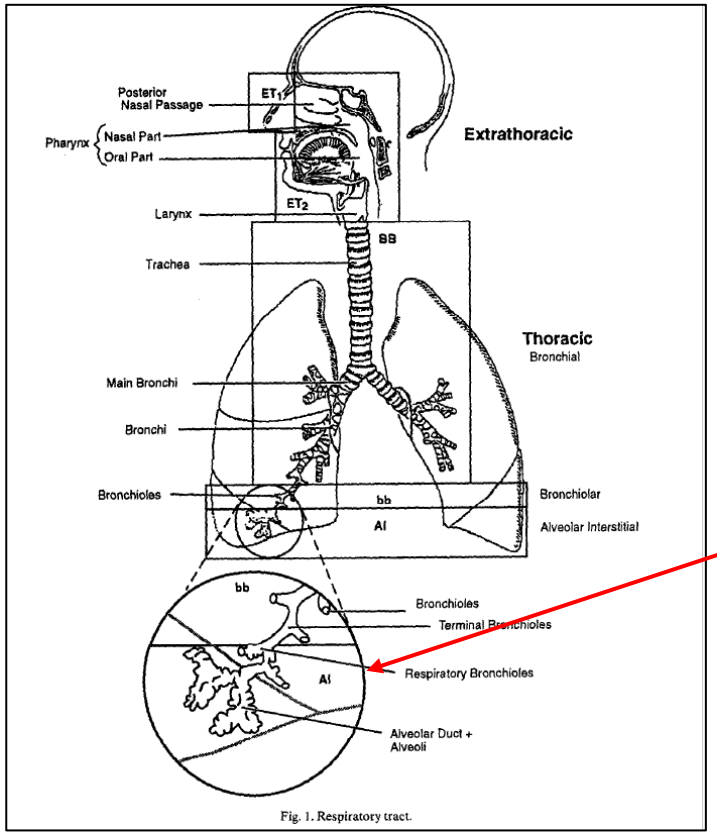
→ 大気中セシウム濃度測定で使われるハイボリューム・エアダストサンプラでは微小粒子は測れない（測定方法の問題）

大気中のセシウム微小粉じんの吸入による特別な危険性

→ SPM（浮遊粒子状物質、PM10、PM2.5）は空気中を浮遊し広範囲に広がる。

→ SPMにはセシウムボール（CsMP）という超高濃度粒子が含まれている。CsMPの再浮遊を吸い込む危険性。

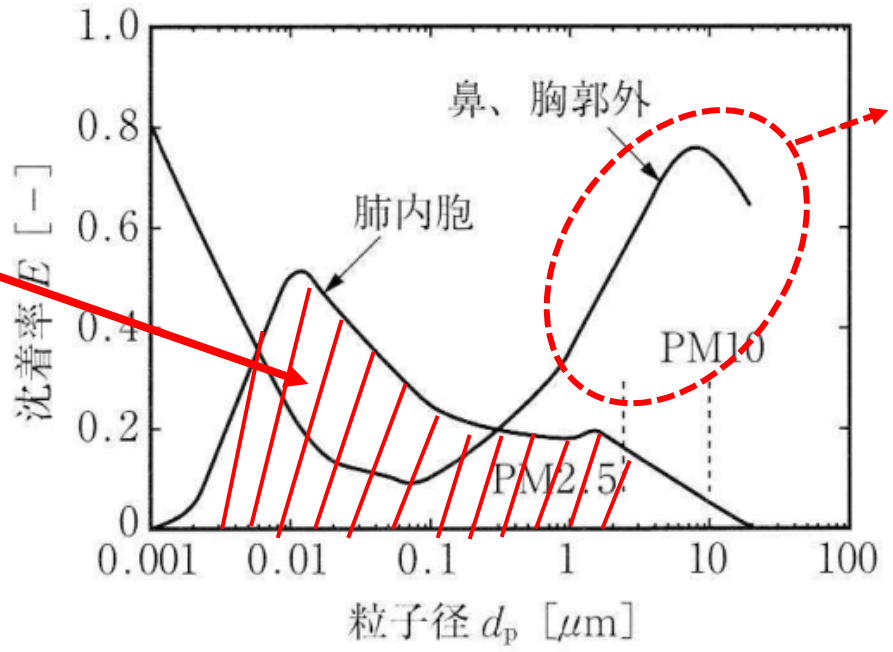
PM2.5（粒径2.5μm以下の粒子）は肺胞に入り込む



ICRP Volume 24 Issue 4, October 1994 Respiratory tract model

粒子径
0.005~2.5μm
の非常に細かい
粒子は肺胞内に
沈着する。

肺胞



粒径2.5μ以上
の粒子は鼻や
気管支などに
沈着し、鼻水、
痰とともに排
泄される。

図 5.1　粒子径による肺内胞、鼻および胸郭外への沈着率変化の計算結果[1)]

「はじめての集じん技術」第5章　原典は　1994　ICRP　24

・・PM2.5は、肺の深部（肺胞部）まで到達し、沈着部位に24時間以上滞留する。このためPM2.5は、気管支部に沈着する粒子よりも人体への影響が大きく、呼吸器、循環器疾患や死亡率にも影響すると報告されている。

「PM2.5に対するフィルタ捕集率評価指針」　ISO/TC142 フィルタ試験分科会（PM2.5 小委員会）より

PM2.5（粒径2.5μm以下の粒子）は粒子数でいえば圧倒的に多い

粒子数での分布

表面積での分布

体積での分布

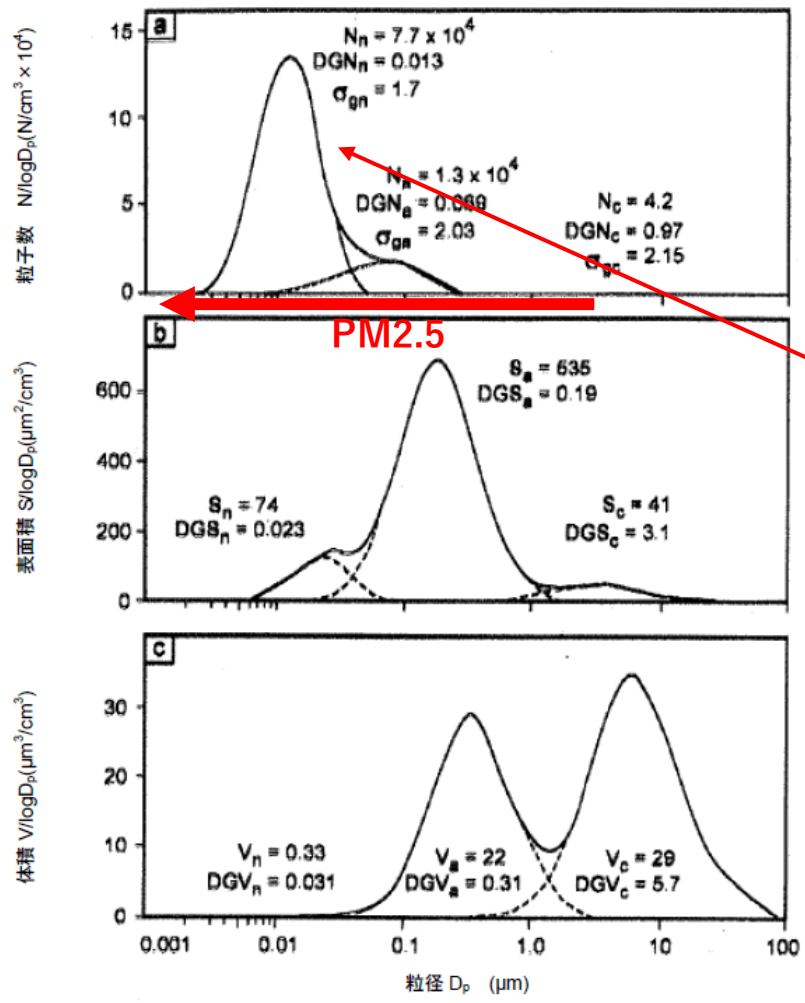
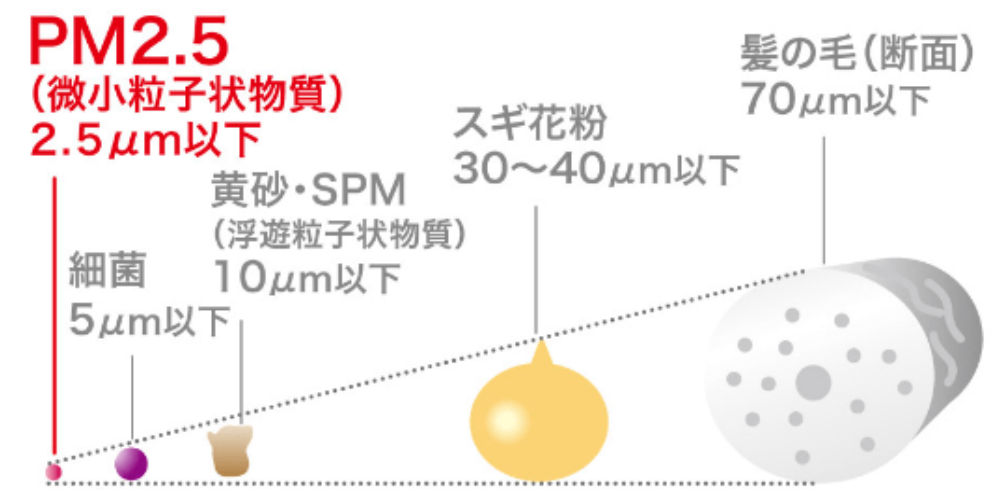


図 7.1.1 粒子状物質の粒子数・表面積濃度・質量（体積）濃度分布(Whitby (1978))

環境省「微小粒子状物質健康影響評価検討会報告書」2007年

粒径2.5μm以下の粒子は粒子数でいえば圧倒的に多い



出典：米国EPA・大阪府環境農林水産部
「微小粒子状物質（PM2.5）」に関する資料より

微小粒子を評価するには粒径別個数が基本

粒子径と粒子数を把握 → 粒子を球体と仮定すれば表面積は計算できる。粒子個数×4πr² → 粒子を球体と仮定すれば体積（重量も）計算できる。粒子個数×4/3πr³

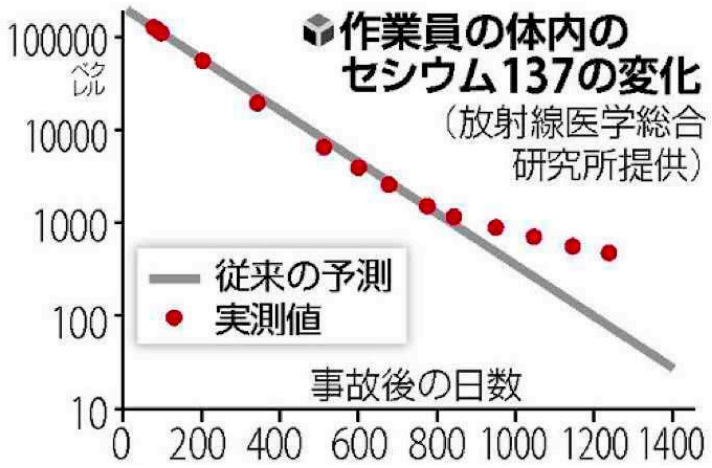
← ✗

逆の計算はできない。微小粒子の粒径別個数分布が分からないと、重量や表面積での評価ができない。

吸入摂取の危険性

2015年08月10読売新聞

セシウム排出、予測より遅い…作業員を追跡調査

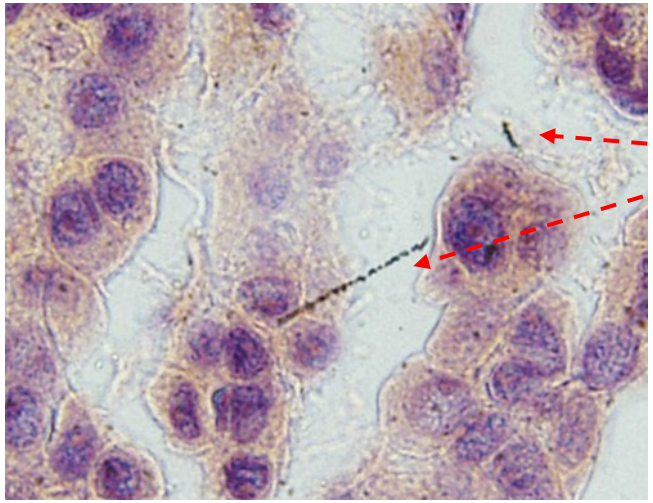


福島第一原子力発電所で事故対応にあたった東京電力の作業員が体内に吸い込んだ放射性セシウムは、当初の予測より、体外への排出が遅いという追跡調査結果を、放射線医学総合研究所の谷幸太郎研究員らが発表した。

谷研究員らは、セシウムの一部が水に溶けにくい化合物になり、肺に長くとどまるためではないかと推定している。被曝ひばく線量を見積もる計算モデルの見直しにつながる可能性があるという。

2015年06月08日毎日新聞

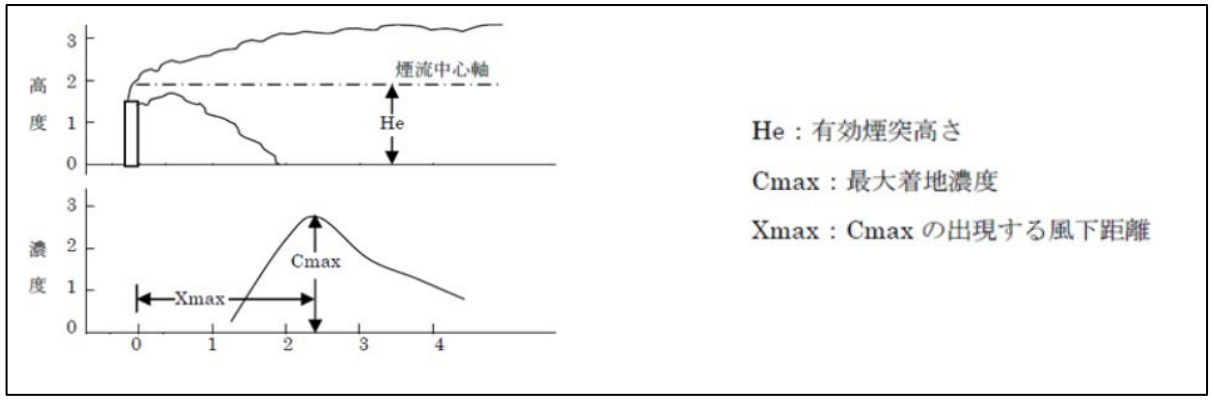
広島原爆：「黒い雨」体験者の肺にウラン残存



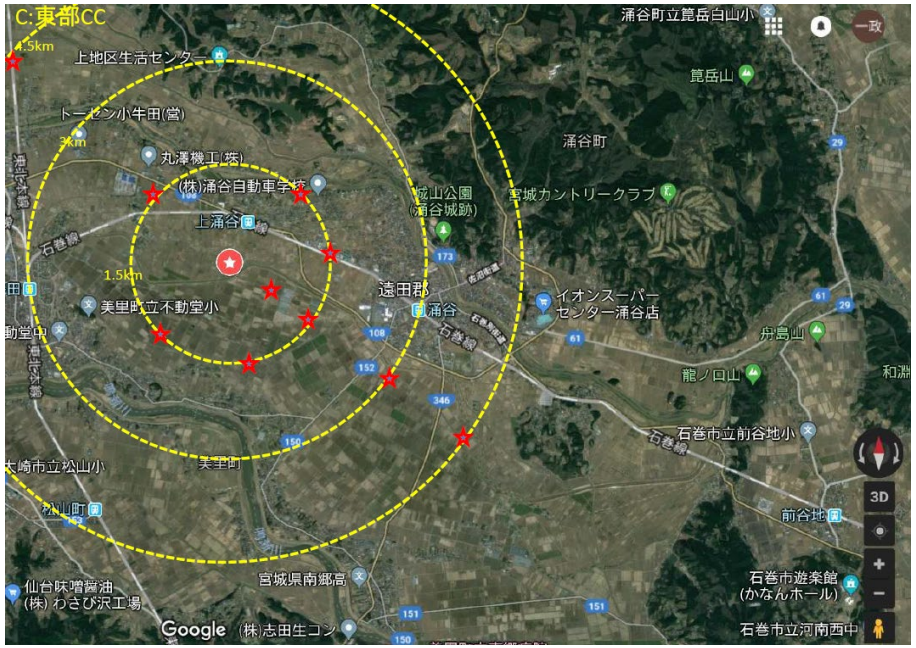
撮影された放射線の飛跡

広島大と長崎大の研究グループは７日、広島原爆の「黒い雨」を体験した女性の肺組織にウランが残存し、現在も放射線を放出していることを示す痕跡を初めて撮影したと明らかにした。女性は原爆投下時２９歳で、８０代で肺など３臓器に多重がんを発症し、９４歳で死亡した。解析したのは１９９８年に切除し保存されていた肺組織で、グループは「放射性降下物由来の物質による内部被ばくが半世紀以上続いていたことが裏付けられた」としている。【高橋咲子、加藤小夜】

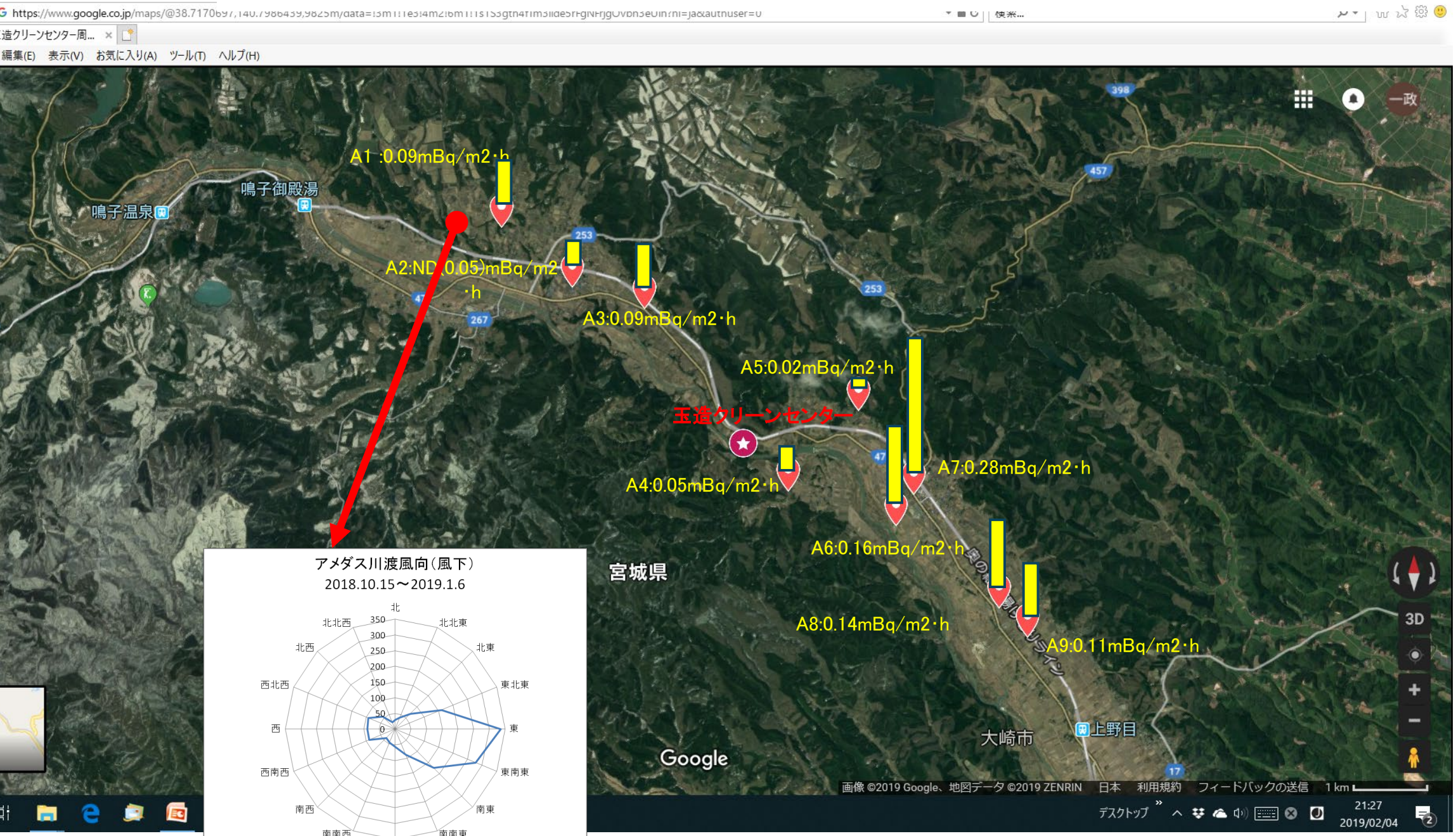
SPM（浮遊粒子状物質、PM10、PM2.5）は空気中を浮遊し広範囲に広がる。
大崎市放射能ごみ一斉焼却でセシウム微小粉じんの拡散をリネン吸着法で監視



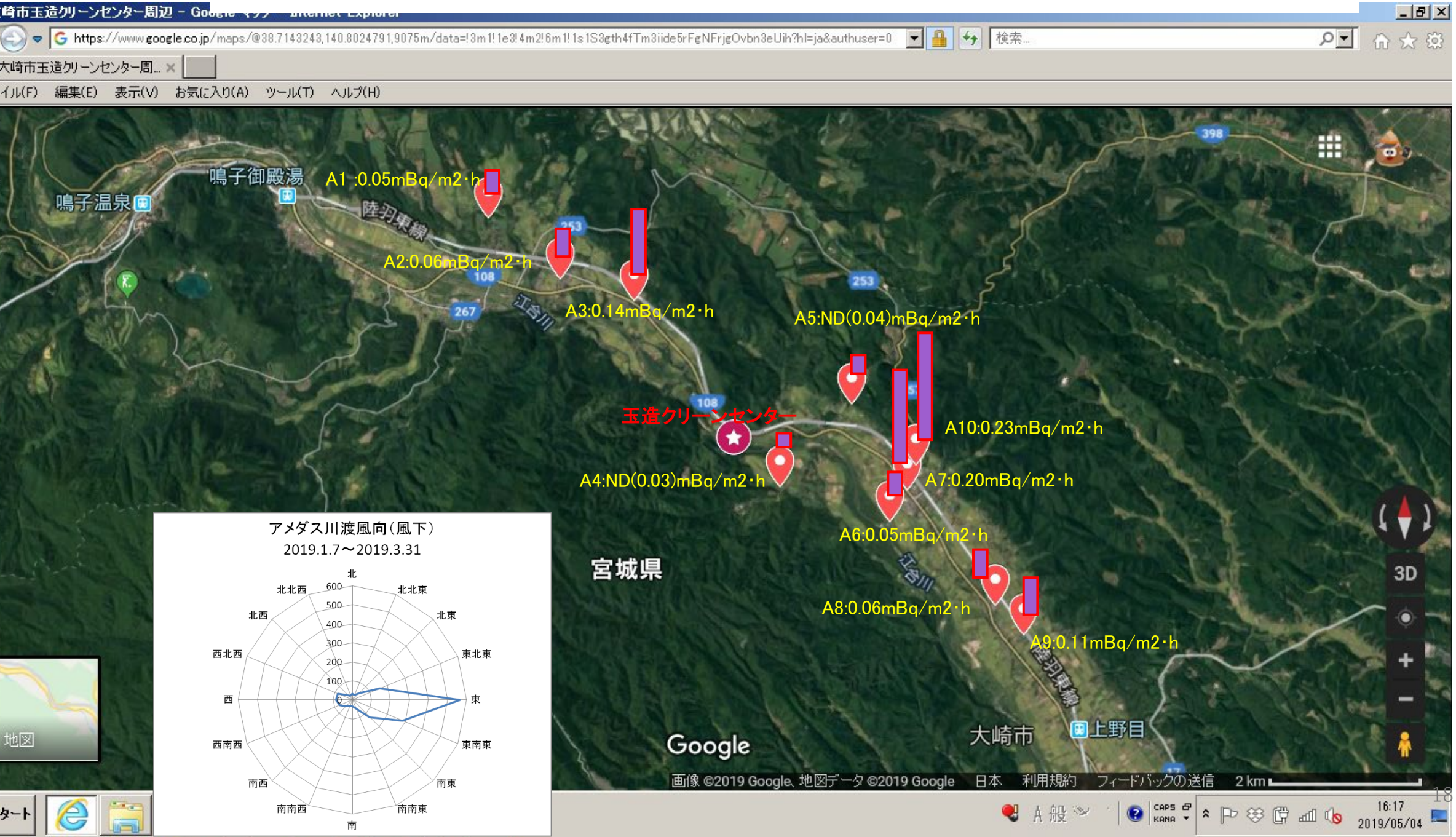
風下の一定の距離の地点に最大着地濃度地点が現れる
環境省「ダイオキシン類に係る土壌調査測定マニュアル」より



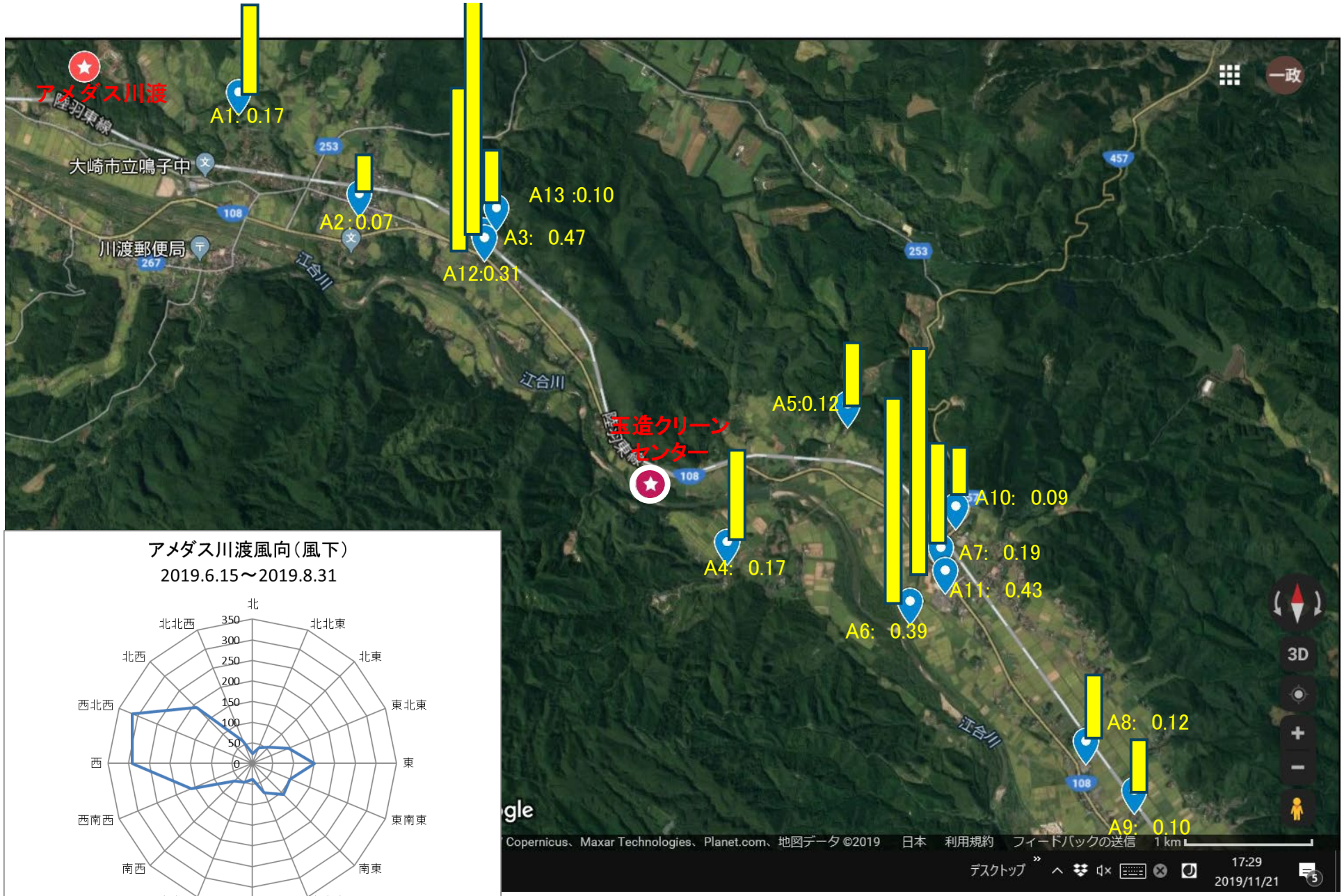
玉造CC　放射能ごみ焼却でセシウム漏れを示すデータ（2018年秋）



玉造CC　放射能ごみ焼却でセシウム漏れを示すデータ（2019年冬）

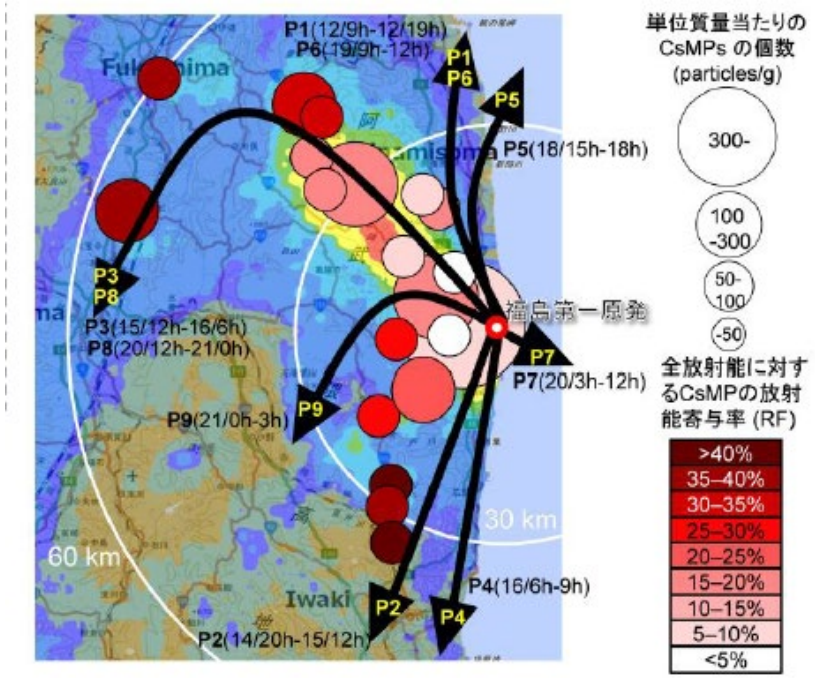


玉造CC　放射能ごみ焼却でセシウム漏れを示すデータ（2019年夏）

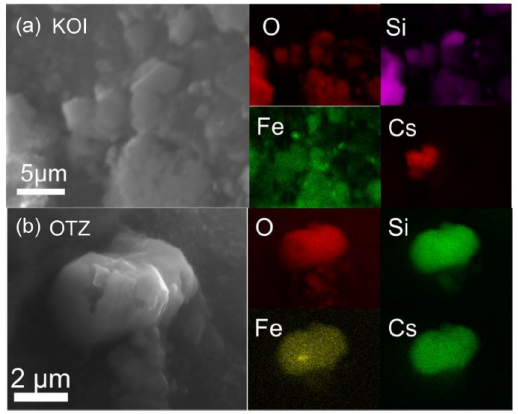


SPM（浮遊粒子状物質）にはセシウムボール（CsMP）という超高濃度粒子が含まれている

- 多くの研究者によって，放射性セシウムを高濃度に含む様々な形態の微小粒子の存在が明らかにされている。九州大学宇都宮聡氏らのグループは，これらの不溶性微粒子のうち，10^{11} Bq/g（一千億Bq/グラム）以上の高い放射能を持つ微粒子をCsMP と名付けた。
- 宇都宮聡氏らは福島県内各地でのCsMPの分布や土壌単位質量当たりのCsMPの個数、全放射能に対するCsMPの放射能寄与率等を明らかにした。
- これらのCsMPは表土から採取されたものであり、当然「除去土壌」に含まれている。「除去土壌」の「生成利用」施工中に土壌粉じんとして大気中に再浮遊する可能性は大きい。
- これらは基本的に非水溶性であり、肺胞内に取り込まれた場合、数十年は溶解せず、肺胞内に残留するという研究もある。
- 8000Bq/kg以下の土壌とはいえ、ミクロに見れば上記のような高濃度で非水溶性のCsMPが含まれている可能性は大きい。
- 施工中の粉じん飛散、施工後の豪雨、洪水による土砂崩れ等による拡散と、その後の再浮遊の可能性が否定できず、吸入した場合は極めて危険である。



九州大学プレスリリース　2019/10/23より



M.Suetake et.al, Dissolution of radioactive, cesium-rich microparticles released from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant in simulated lung fluid, pure-water, and seawater: Chemosphere 233 (2019) 633e644

汚染土再利用施工時には大気中にセシウムを含む微小粒子が拡散する。

そもそも焼却炉煙突出口と同じ基準というナンセンス

→ 煙突は何のためにある？排ガス中の有害物質を風で拡散させて希釈するため。地上での工事で煙突出口と同じ基準で良い（安全）というのであれば、全ての焼却炉の煙突も不要となる。

南相馬市原町区西部の大気中セシウム濃度の実態（福島県測定）はどのくらい？

→ 同地域住民の内部被ばく実態（ちくりん舎尿検査による吸入被ばくの実態）

→ 低濃度の慢性摂取も高濃度の急性摂取、どちらも危険

→ 大気中セシウム濃度測定で一般的に使われるハイボリューム・エアダスト・サンプラは粒子径別の評価はできず、結果として大幅に過小評価の可能性がある（測定方法の問題）

大気中のセシウム微小粉じんの吸入による特別な危険性

→ SPM（浮遊粒子状物質、PM10、PM2.5）は空気中を浮遊し広範囲に広がる。

→ SPMにはセシウムボール（CsMP）という超高濃度粒子が含まれている。CsMPの再浮遊を吸い込む危険性。

↓

影響は工事に携わる労働者だけでなく、周辺住民にもおよぶ。

環境省とIAEAが進める
汚染土再利用に反対の声をひろげよう。

- 「放射能拡散に反対する会」は環境省とIAEAに抗議声明を発出しました。

➢ **狙いは汚染廃棄物規制の大幅緩和で原発推進**

✓ IAEAは最終報告書要旨の最後で環境省の汚染土再利用を高く評価し「国際的な普及が奨励される」とまで踏み込み、世界中に展開する意図を顕わにしています。

✓ 環境省とIAEAの汚染土再利用の真の狙いは、今後世界で起こりうる過酷事故の後始末や増加する廃炉処理に際し、汚染廃棄物規制の大幅緩和による被ばく防止対策の負担軽減にあることは明らかです。原発推進のため、生命と環境を犠牲にする環境省と、それを後押しするIAEAに対して汚染土を拡散しようとする計画の撤回を求めます。

- 「放射能拡散に反対する会」の抗議声明へ賛同を御願いします。(11月10日まで)
- 11月下旬に環境相、IAEAへ提出と記者会見を予定しています。

詳しくはこちらから

http://chikurin.org/wp/?p=7292