

福島原発事故後の東日本広域に飛来した9本のプルームにより申請人6人が被曝したプルーム番号と汚染核種の確認

山田國廣著

福島原発事故後の東日本広域に飛来した9本のプルーム中微粒子には放射性テルル (Te-139 , Te-129m , Te-131m , Te-132)、放射性ヨウ素 (I-129 , I-131 , I-132 , I-133)、放射性セシウム (Cs-134 , Cs-136 , Cs-137) と高度化学毒性を有する長半減期テルル (Te-128 , Te-130)、ウラン (U) などが混入していた。



福島原発事故被害放射能毒・化学毒原因裁定を求める会

2011年3月11日から31日の申立人・渡辺瑞也の行動記録

- 2011年3月11日～14日時点の居住場所：小高赤坂病院（南相馬市小高区片草字秩父山24番地）

渡辺瑞也の2011年3月末までの行動概要

所在地住所

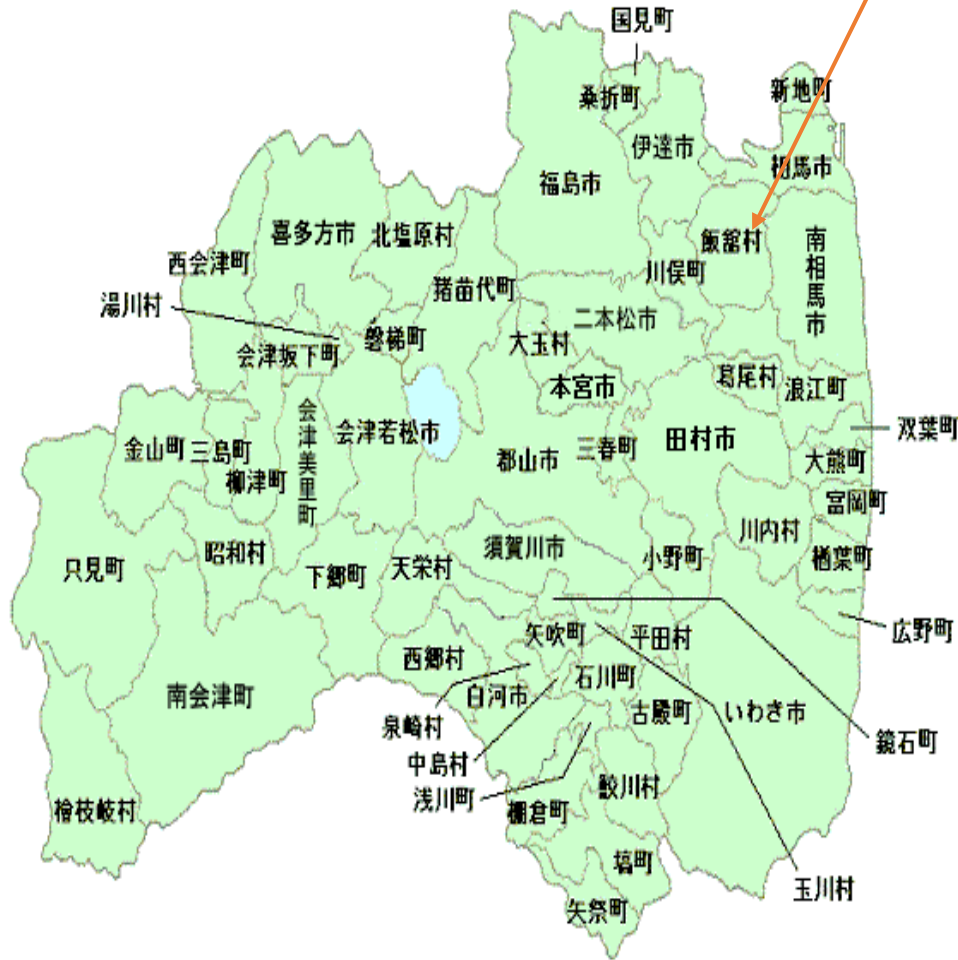
- ① 小高赤坂病院：福島県南相馬市小高区片草字秩父山24番地
- ② いわき光洋高校：福島県いわき市中央台高久4-1
- ③ 南会津田島高齢者センター：福島県南会津郡南会津町永田字松根2
- ④ 都立松沢病院：東京都世田谷区上北沢2-1-1
- ⑤ 長男宅：神奈川県川崎市麻生区白鳥
- ⑥ 官舎（ブッシュクローバー）：福島県南相馬市原町区旭町4丁目
- ⑦ 現在所在地（自宅）：宮城県仙台市泉区高森4丁目



2011年3月の日時	行動記録	被ばくしたプルーム番号
11日～14日	南相馬市の①小高赤坂病院に滞在	P 1 v, P1
14日～15日5時まで	小高岡坂病院からいわき市中央台高久の②いわき光洋高校へ移動	
15日5時～12時		
15日15時～18日7時	③南会津田島高齢者センターに滞在	P 3
18日7時～12時	④東京都立松沢病院（東京都世田谷区上北沢2-1-1）に向けT那須経由でバス移動	
18日12時～18時	④東京都立松沢病院に滞在	
18日20時～23日	⑤長男宅（神奈川県川崎市麻生区白鳥）に滞在	P 9
23日7時～12時	福島市へバスで移動	
23日12時～17時	福島市に滞在	
23日17時～19時	福島市から南相馬市へタクシーで移動	
23日19時～24日9時	⑥官舎（ブッシュクローバー）、南相馬市原町区旭町4丁目に宿泊	
23日9時～18時	⑦仙台市泉区高森4丁目の自宅へ自家用車で移動	
24日～3月末	⑦仙台市泉区高森4丁目の自宅で避難生活	

2011年3月11日から31日の申立人・安齋徹の行動記録

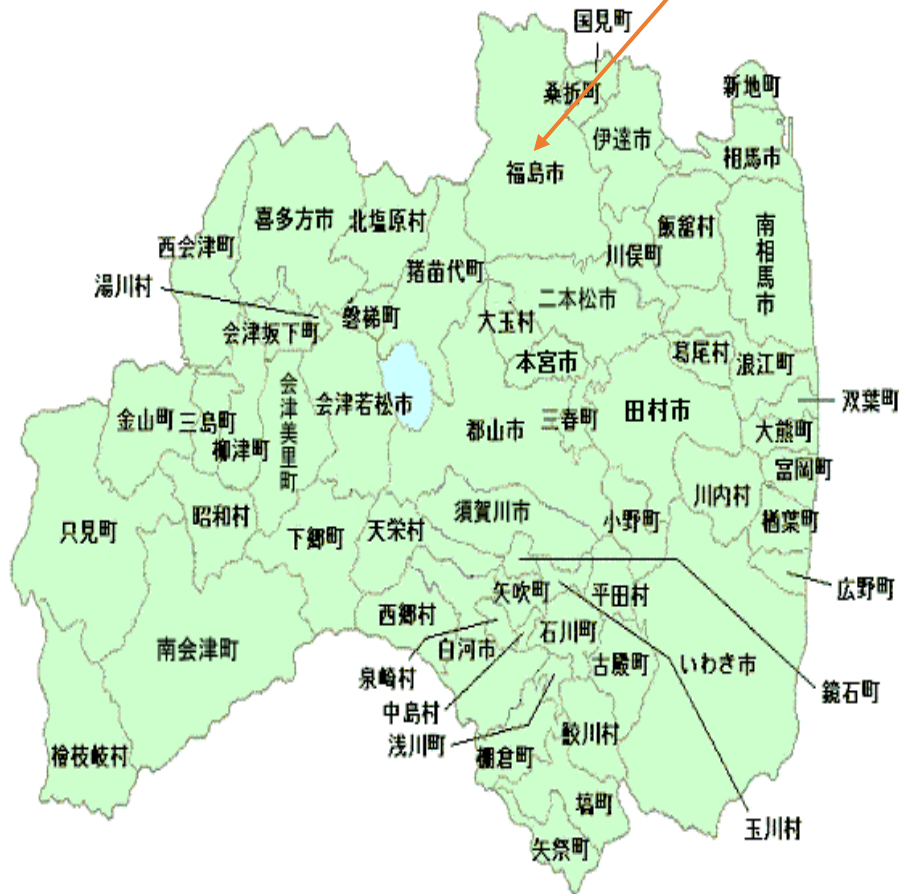
- 2011年3月15日の居住場所：福島県相馬郡飯舘村小宮



2011年3月中の日時	行動記録	被ばくしたプルーム番号
11日	飯舘村小宮の山（木を伐採する仕事をしていた）にいて地震に遭遇	
12日	1号機の建屋爆発をテレビで見っていた	
14日	3号機の建屋爆発は音が聞こえた	
15日夕方	飯舘村小宮の自宅にて、朝から雨が夕方には雪にかわった。黒いものが降ってきた。金属の匂い、赤さび色の霧を見て、肌がビリビリする	P 3
15日夕方～	食べものを買いにスーパーへ行きその後に風呂に入る時も肌のヒリヒリ感があった。その後もテレビを見ているとビリビリ感がした。	P 3
16日～	飯舘村小宮の自宅は標高の高いところにあり、15日以降も谷間に霧が漂い、何日も続いた。	P 8
23日	知り合いの家に行き車を止めると霧の中で皮膚がピリピリして、腹が下った	
3月29日か～5月末まで	津波で被災した相馬市の遺体探しに通うが、飯舘村に戻ると腹が下る	

2011年2月から3月の申立人・大越良二の行動記録

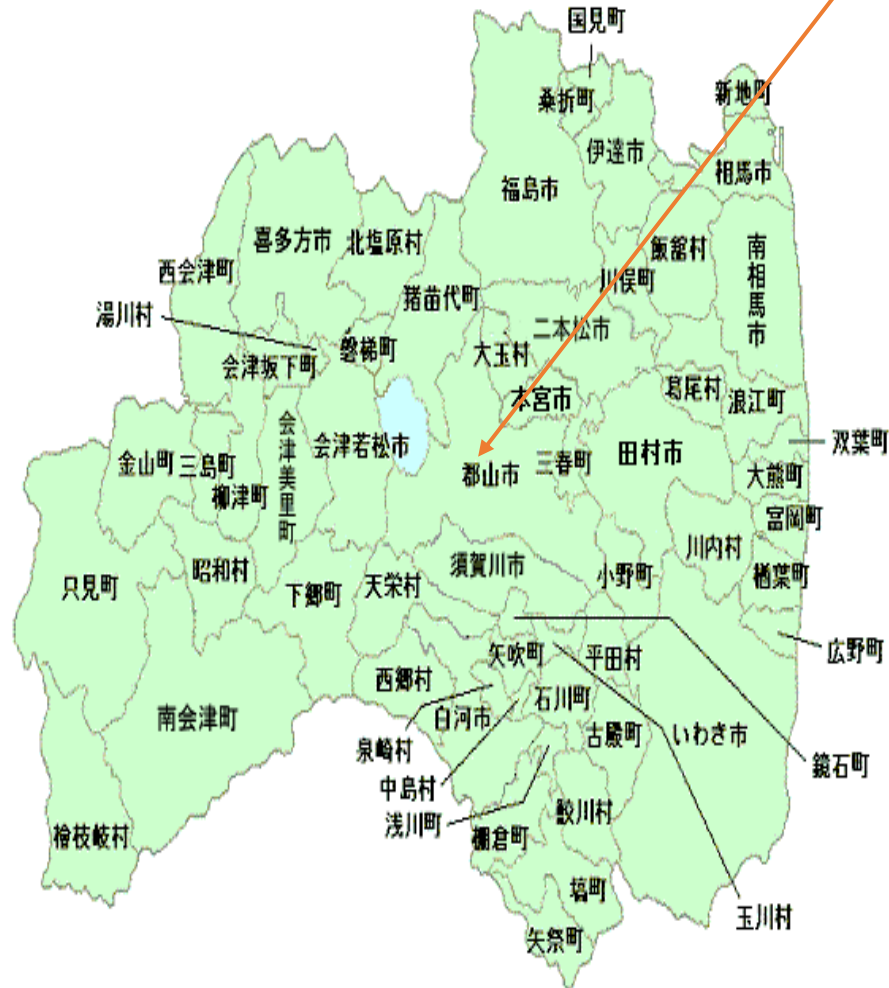
- 2011年3月15日の居住場所：福島県福島市庄野字原田3の5：NPO法人ファーム庄野（精神障害者支援事業）



2011年2月～6月	行動記録	被ばくしたプルーム番号
2011年2月	NPO法人ファーム庄野（精神障害者支援事業）設立	
3月12日	避難者が集まっているあづま総合体育館に知人を探しにいった	
3月15日	ファーム庄野で「NPO設立コンサート」の準備開始	P 3
3月15日～	コンサートのチラシを配布するため、福島市内や市外の病院23か所を回る。川俣町、伊達市、二本松市にも行く	P 3, P 8
3月15日～	コンサートの宣伝のため活動を6日間続ける	P 3, P 8

2011年3月15日から31日の申立人・松本徳子の行動記録

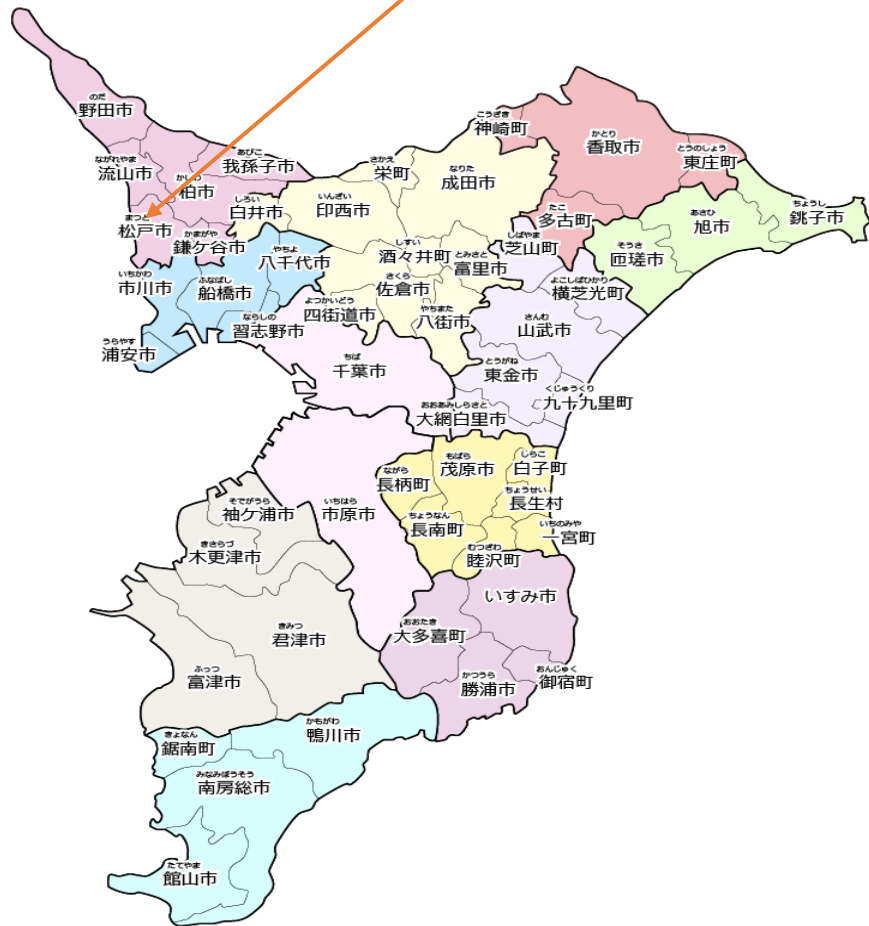
- 2011年3月15日時点の居住場所：福島県郡山市菜根4丁目



2011年3月の 日と曜日	行動記録	被ばくしたプ ルーム番号
15日（火曜）	余震が続く中で自宅待機	P 3
16日（水曜）	同上	
17日（木曜）	近くのガソリンスタンドに車の給油、灯油の確保のため7時ころから1時か程度並ぶ	
18日（金曜）	9時から15時まで幼児のため須賀川市へ移動	
19日（土曜）	同上	
20日（日曜）	余震が続くので自宅待機	P 8
21日（月曜）	不明（自宅待機？）	
22日（火曜）	余震が続くので自宅待機	
23日（水曜）	次女の卒業式中止のため自宅待機	
24日（木曜）	次女を連れて一時、妹の住む東京へ娘を避難させるため13時30分に郡山駅発東京行き高速バスに乗る	
25日（金曜）	勤務先へ戻るため11時に東京駅八重洲から郡山行高速バスに乗り移動	
26日（土曜）	勤務先・福島県の百貨店に自宅から徒歩10分のバス停から高速バスで勤務が始まる	
27日（日曜）	同上	
28日（月曜）	同上	
29日（火曜）	同上	
30日（水曜）	同上	
31日（木曜）	次女の小学校卒業式のため9時～10時は近くの小学校へ	

①申立人の性別と氏名：小笠原和彦、男性

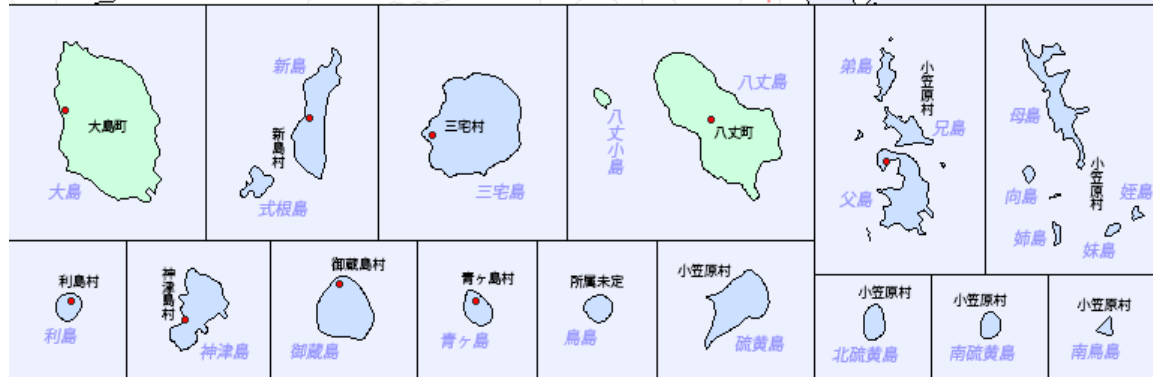
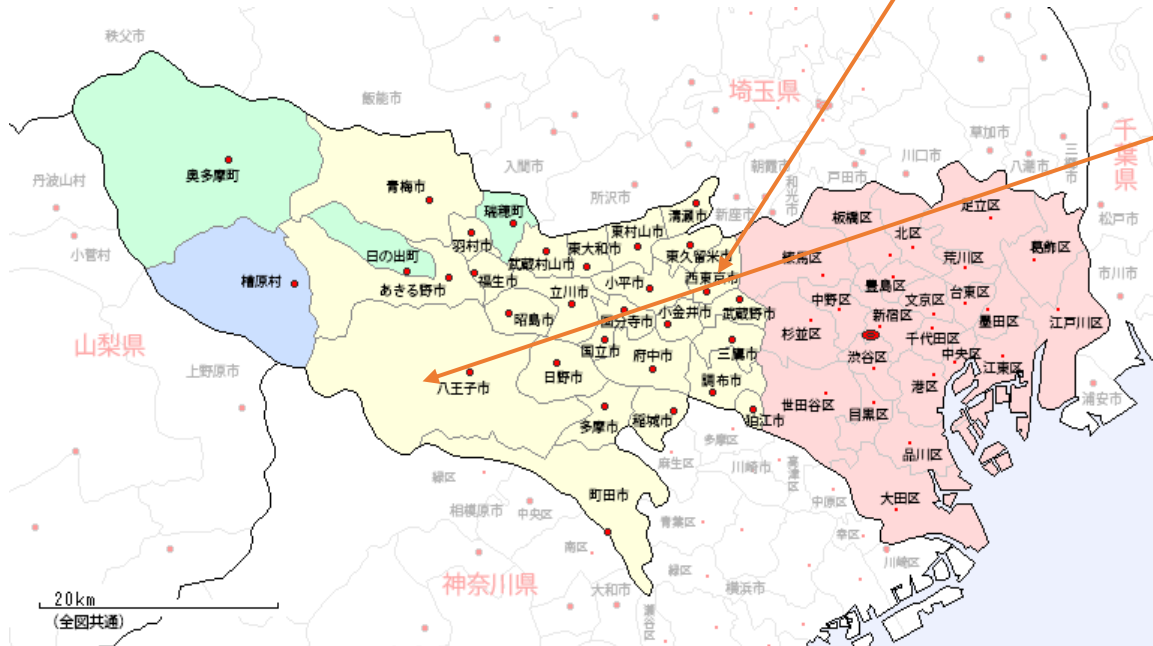
②被ばく時の住所：千葉県松戸市



2011年3月の日時	行動記録	被ばくしたプルーム番号
2011年3月中	<p>①福島原発事故発生当時、住んでいる松戸市周辺が放射能で汚染されていることは知っていた。</p> <p>②隣の家で、表土をとって除染したくらいひどかった。</p>	P 2 p 9
2011年4月以後	<p>②原発事故後、福島に取材に行くようになってからも、鼻血がでたとかの異常はなかった。</p> <p>③浪江町など帰還こんな区域に入る時に防護服を渡されたが着なかった。高汚染地域でもマスクもせずに車で行って、除染もせずにそのまま帰ってきた。</p>	福島県で調査活動中に福島県に降下した汚染核種による内部被曝をした可能背うがある

①申立人の性別と氏名：山田真、男性

②被ばく時の住所：東京都西東京市南町5-17-2、小児科医として東京都八王子中央診療所に勤務。



2011年3月の日にちと曜日	行動記録	被ばくしたプルーム番号と福島県で医療活動中に被ばく状況
2011年3月中	<p>①東京に原発事故放出プルームが到達した3月15日から3月末までは東京都西東京市に居住し、職場である八王子市の八王子中央診療所に勤務して医療活動をしていた。</p> <p>②2011年3月15日10時には東京都へプルーム2が飛来し、3月21日にはプルーム9が飛来し、山田真さんは被ばくした。</p>	<p>P2 P9</p>
2011年4月以後	<p>2011年5月に、福島市での健康相談を依頼され、同年6月に医師として診療相談に赴き、以後2019年まで福島市、郡山市、喜多方市などで、1年に10回ほどのペースで健康相談活動をおこなってきた。</p>	<p>2011年6月以後は福島県における医療活動中に福島県に降下した汚染核種による内部被曝した可能性がある</p>

山田國廣著「福島原発事故後の東日本広域に飛来した9本のプルームにより申請人6人が被曝したプルーム番号と汚染核種の確認」

- ①申請人：渡辺瑞也さんの居住地（南相馬市小高区） ②申請人：安齋徹さんの居住地（飯館村小宮）
 ③申請人：大越良二さんの居住地（福島市庄野） ④申請人：松本徳子さんの居住地（郡山市菜根）
 ⑤申請人：小笠原和彦さんの居住地（千葉県松戸市） ⑥申請人：山田真さんの居住地（東京都西東京市）

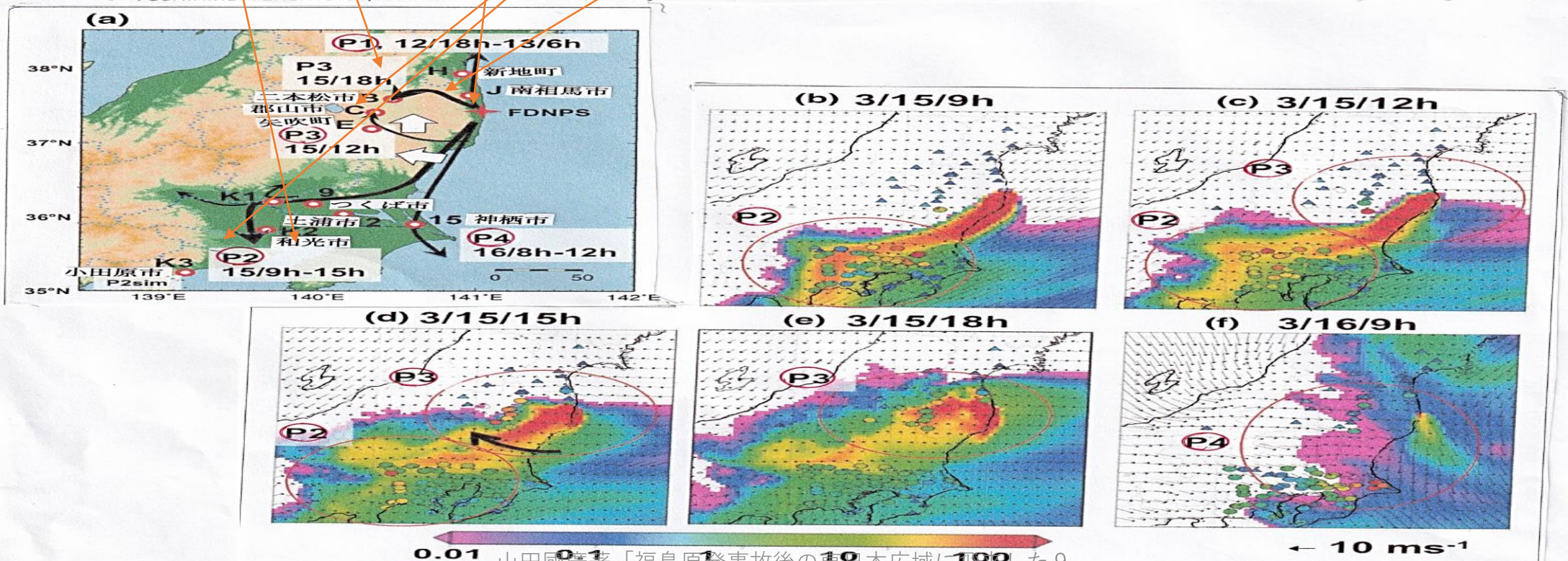
Nakajima et al. Progress in Earth and Planetary Science (2017) 4:2
 DOI 10.1186/s40645-017-0117-x

Progress in Earth and Planetary Science
 地球と惑星科学の進歩

福島第一原発事故直後に放出された9本のプルームを特定した重要論文の題名
 「福島第一原発事故により放出された放射性セシウムの空気流れのモデル図」

Model depiction of the atmospheric flows of radioactive cesium emitted from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station accident

Teruyuki Nakajima^{1,2*}, Shota Misawa¹, Yu Morino³, Haruo Tsuruta^{1,4}, Daisuke Goto³, Junya Uchida¹, Toshihiko Takemura⁵, Toshimasa Ohara³, Yasuji Oura⁶, Mitsuru Ebihara⁶ and Masaki Satoh¹



山田真著「福島原発事故後の東日本広域に飛来した9本のプルーム」として申請人が被曝したプルームを番号と汚染核種の確認」

図9 a-f: 3月15日9時から3月16日9時の ^{137}Cs 濃度 (Bq/m^3) 空間平均値の観測値 (カラーの円で表示) の汚染マップ。太い矢印はP3の移流軌跡を示している。

- ①申請人：渡辺瑞也さんの居住地（南相馬市小高区）
- ②申請人：安齋徹さんの居住地（飯舘村小宮）
- ③申請人：大越良二さんの居住地（福島市庄野）
- ④申請人：松本徳子さんの居住地（郡山市菜根）
- ⑤申請人：小笠原和彦さんの居住地（千葉県松戸市）
- ⑤申請人：山田真さんの居住地（東京都西東京市）

Fig. 15 本研究で明らかにされたプルーム P2,P3,P4,P5,P7,P8,そして P9 の大気移流経路の模式図。太い矢印はそれぞれのプルームの一般的な移流傾向を示している。

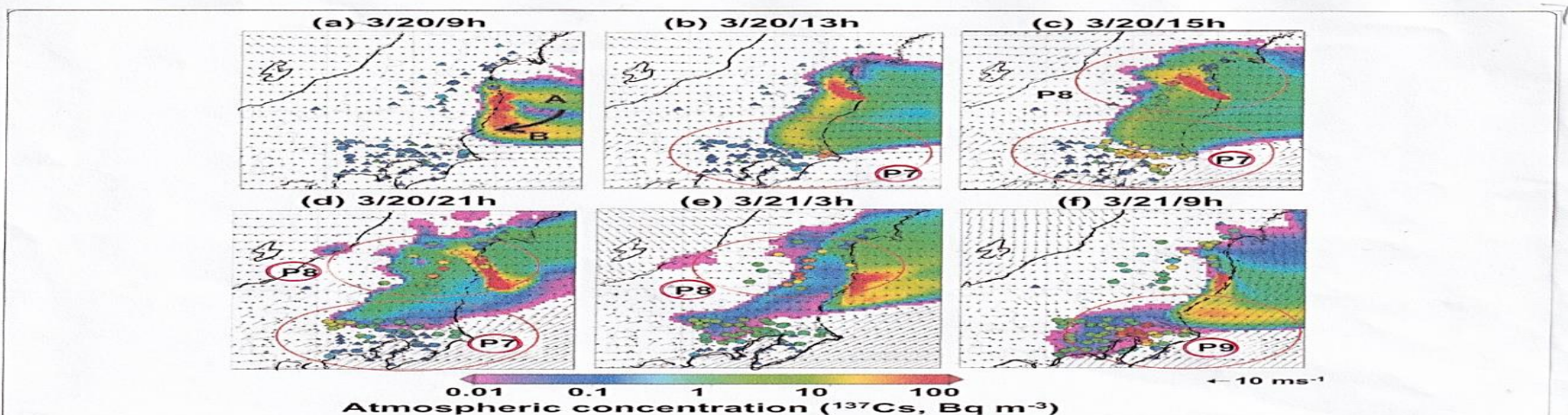
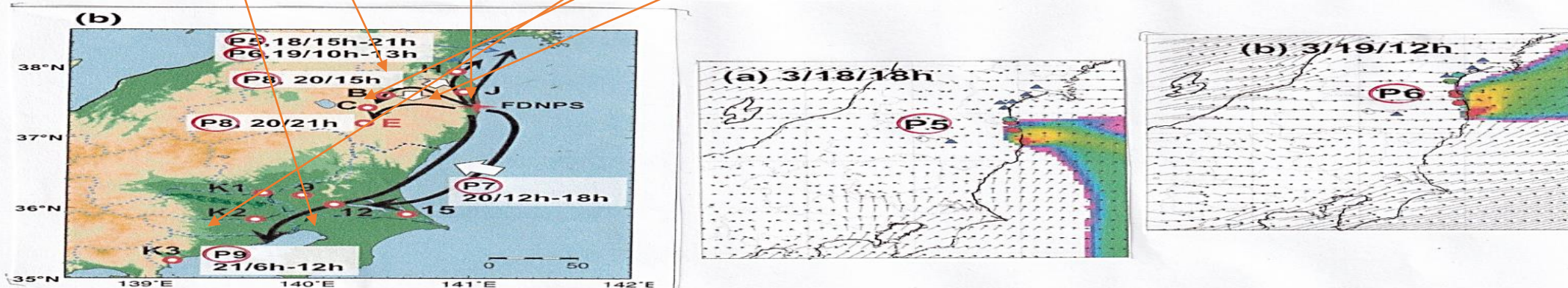


図 13a-f: 3月20日9時から3月21日9時のCs-137濃度 (Bq/m^3) 空間平均値の観測値(カラーの円で表示)の汚染マップ。矢印は風のベクトル図。太い矢印はP7の移流軌跡を示している。

山田國廣著「福島原発事故後の東日本広域に飛来した9本のプルームにより申請人6人が被曝したプルーム番号と汚染核種の確認」

原発事故放出①放射性プルームの番号②到達日③到達地域④放出源原子炉号機番号

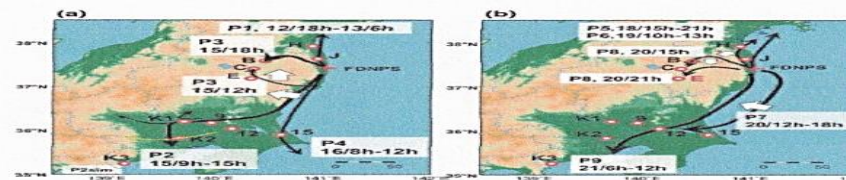
かになりました。まず原発の敷地内で12日早朝4時過ぎに空間線量率が増加し始め(TEPCO 2011)。12日4時半には原発から4 km 北に位置する福島県のモニタリングポスト(MP)の郡山(第3図b)で上昇し始めました(福島県 2012)。福島県原子力対策本部では、12日から13日にかけて原発から20km圏内で測定を緊急に実施し、 ^{137}Cs と ^{131}I 濃度が12日8時過ぎには増加したことが判明しました(経済産業省 2011)。その後、原発近傍3.2kmにある双葉局での ^{137}Cs 濃度は、9時にプルーム p1 による最初のピーク(56Bq m^{-3})を観測し、15時に測定期間中で ^{137}Cs が最高濃度 $13,600\text{Bq m}^{-3}$ を観測しました(第4図a)。双葉局から北西方向2.5kmに位置するMPの上羽鳥(第3図b)でも、15時に空間線量率が 1.6mSv h^{-1} と最大値を示しました(福島県 2012)。これらの15時のピークは、1号機のベント操作による(TEPCO 2015)プルーム P1v が到達したためとわかりました。上羽鳥のプルームが双葉局のプルームと同一だったと仮定して、実測した ^{134}Cs 濃度と ^{137}Cs 濃度および緊急測定結果(経済産業省 2011)から推定した ^{131}I 濃度(^{137}Cs 濃度の30倍)の合計は、国際原子力機関(IAEA 2000)の換算係数を用いると、空間線量率全体の約2.5%と計算され、 ^{132}Te や ^{132}I などの短寿命核種やガス状の ^{135}Xe が大半であったと推定されました。空間線量率のデータはプルームの到来を迅速に検出できるのですが、その空気中の放射性核種の濃度まではわかりません。したがって今後は、放射性核種濃度を迅速に測定する機器の開発が望まれます

2021年11月

第1表 放射性プルームの到達日とその到達地域およびその放出源 (Tsuruta et al. 2018).

プルーム No.	2011年3月12-25日											プルームの到達地域				放出源 No.			
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	浜通り		中通り	関東	
															北部		南部		
p1	○														○				1
P1v	●														●				1
P1	●														●				1
P1'		→													●				1
p2				○												○			1 and/or 3
P2				●											●				2 and/or 3
P3				●	→										●		●		2 and/or 3
P4					●										●		●		2 and/or 3
P4'					●										●				2 and/or 3
P5						●									●				2 and/or 3
P5'						●									○				2 and/or 3
P6							●								●				2 and/or 3
P7								○									○		2 and/or 3
P8								●	→						●		●		2 and/or 3
P8'								●							●				2 and/or 3
P9									●						○		●		2 and/or 3
P9'									●						●				2 and/or 3
P10													●						1
P11													●		●				2 and/or 3

プルーム No.: p2は Tsuruta et al.(2018)、P7は Tsuruta et al.(2014) に記述されている。
 浜通りと中通りの位置: 第2図に示した。
 ●: ^{137}Cs 最高濃度 $\geq 100\text{Bq m}^{-3}$
 ○: ^{137}Cs 最高濃度 $< 100\text{Bq m}^{-3}$
 →: ^{137}Cs 高濃度が翌朝まで継続した。
 ●: 降水がその地域で観測された。



第5図 大気輸送沈着モデルによるシミュレーション結果とSPMデータ解析結果とから推定した主なプルーム(P1-P9)の輸送経路。(a) P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9. 記号と数値はSPM地点。(a)の関東平野の黄色い曲線の矢印はその後SPMデータ解析から明らかになったP2の日中の輸送経路(Nakajima et al.(2017)を改変)。

SPMろ紙付着放射性物質から判明した南相馬市原町局における3月12日から20日の被ばくプルーム番号

注：南相馬市原町局では3月12日から14日の間に1号機放出プルームP1, Piv, P1', 3月15日以後はP3, P5, P6, P8に被ばくしていた。

の詳細な解析結果を、Tsuruta *et al.* (2014)、鶴田ほか (2017)、Tsuruta *et al.* (2018) で報告しましたので、この章では顕著なプルームの事例解析結果を紹介し

ます。
 2.2.1 原発近傍での¹³⁷Cs濃度変化と複数のプルーム
 原発近傍での放射性物質の動態は、原発から約3.2km北西方向の双葉局と17.5km南方の楡葉局(第3図b)のテープろ紙の測定とデータ解析により、初めて明らかになりました(Tsuruta *et al.* 2018)。第4図a, cはこれら2地点の¹³⁷Cs濃度の経時変化で、第4図bは、FD1NPPから約10km南方の東電福島第二原子力発電所(FD2NPP)における高さ120mの排気筒での風向を示しています。南寄りの風が吹いた期間

は北側に位置する双葉局でプルームが観測され、北寄りの風になると南側の楡葉局でプルームが観測されています。

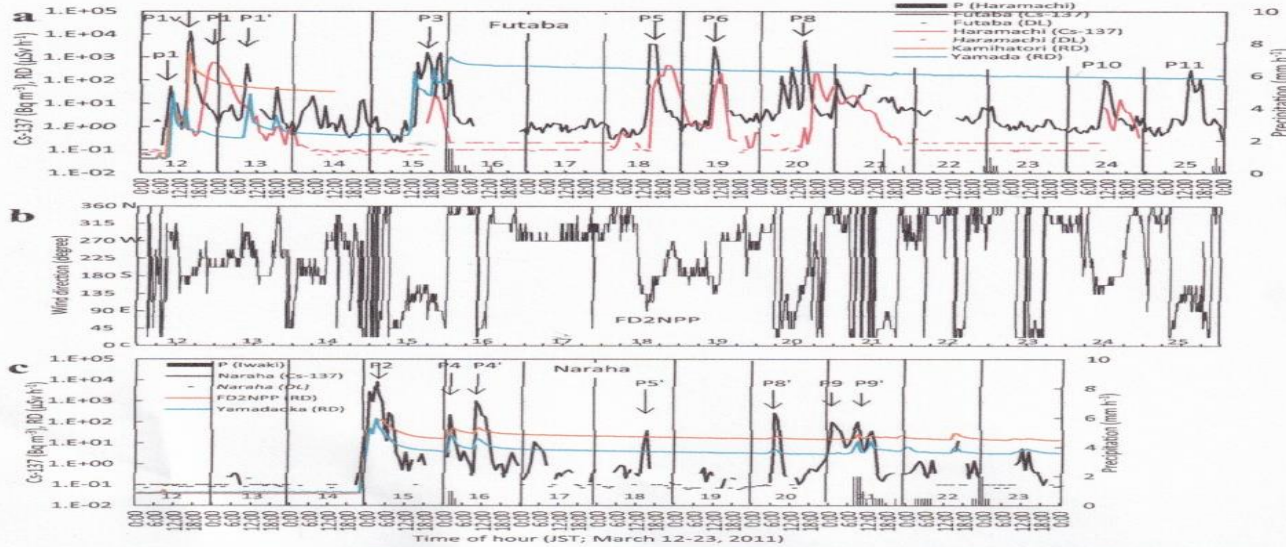
第1表によれば、双葉局と楡葉局の2地点を含む浜通りと中通りおよび関東地方のSPM局の分析データから、観測されたプルーム(目安として福島県と関東地方で¹³⁷Csのピーク時の濃度がそれぞれ30、15Bq m⁻³以上を示したものは、最初に解析した9つ(P1~P9)(Tsuruta *et al.* 2014)だけでなく全部で19回存在したことがわかりました。そのうち、福島県東部の浜通り(第2図aのHと第3図)で観測されたプルームは原発より北側で11回、南側で8回あり、福島県中部の中通り(第2図aのN)で2回、関東地方で5回

ありました。このように地域によって到達したプルームの数が異なったのは、気象条件や地形などの影響を受けたことによります。特に浜通り北部では14日間中に9日間もプルームが観測されましたが、これは南寄りの風が頻繁に吹いたためと考えられます。次に主なプルームの動態について、到達した日時の順ではなく、福島県の浜通りと中通り、および関東地方での状況をまとめて紹介していきますが、ここで、観測データ解析結果と大気輸送沈着モデルによるシミュレーション結果から推定した、主要なプルーム(P1~P9)の模式的な輸送経路を第5図に示します(Nakajima *et al.* 2017)。これ以後、SPM地点のたとえば5時の濃度は、4時から5時の1時間平均濃度を示します。

2.2.2 2011年3月12日のプルーム(p1, P1v, P1)

事故発生の翌日の3月12日に放出された放射性物質の実態は、他のデータを含めて解析した結果、次のように明ら

“天気” 68. 11.



第4図 FD1NPP近傍の¹³⁷Cs濃度と空間線量率(RD)と風向の経時変化(2011年3月12-25日)。(a)双葉局および原町局と(c)楡葉局の¹³⁷Cs濃度の経時変化。(b)FD2NPPでの風向の経時変化。RDの地点の位置は第3図を参照。DLは検出下限値でその実測値は不検出(Tsuruta *et al.* 2018)。

本報告書においては以下に示すSPM観測の原発事故後のプルーム到達時のCs-137実測値をベース値として、ORIGEN2モデルによるCs-137比により核種別の大気放射能濃度 (Bq/m³) を算定した。

注1：地図上の数値表示はSPMコード番号であり宮城県は04-,福島県は07-,茨城県は08-,埼玉県は11-,千葉県が12-,東京都は13-,神奈川県が14-である。

注2：○白丸印はCs-134,Cs-137が実測された観測局、赤丸印はCs-134,Cs-137,I-129が実測された観測局

下図の出典：環境研究総合推進費平成29年度終了課題研究成果報告会「課題番号5-1501 原発事故により放出された大気中微粒子等のばく露評価とリスク評価のための学際的研究」：

文献アクセス方法その1は上記の「 」ない課題番号と題名を検索画面に入力してください。

独立行政法人環境再生機構のポータルサイト：https://www.erca.go.jp/pdf/end_presentation

大気汚染常時監視局のSPMろ紙の測定対象地点

○ Cs-134, Cs-137

● Cs-134, Cs-137, I-129

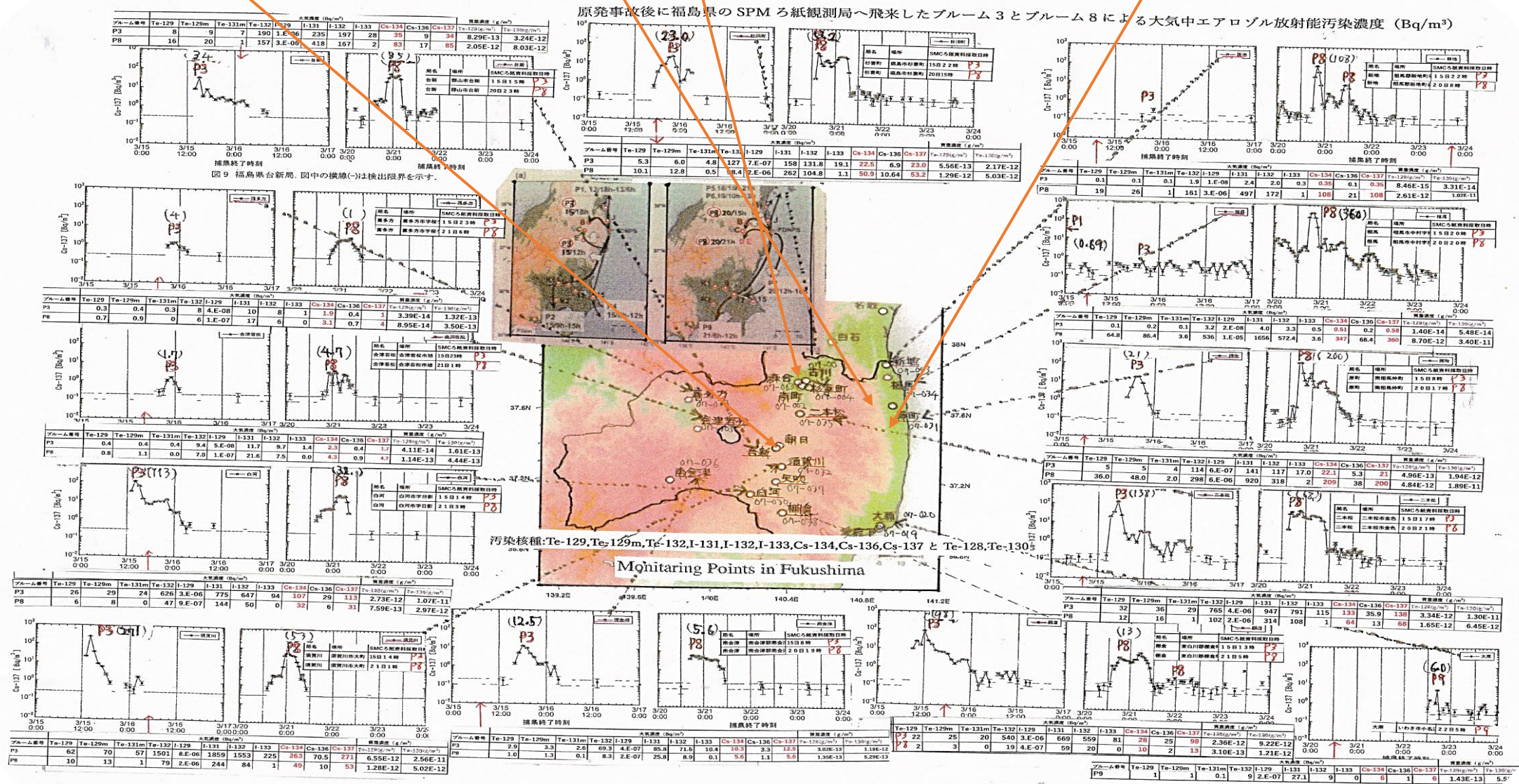


先行研究以来、ゲルマニウム半導体検出器で測定してきたCs-134、Cs-137に加え、短半減期のため直接測定不可能なI-131に代わる指標としてI-129を測定

山田國廣著「福島原発事故後の東日本広域に飛来した9本のプルームにより申請人6人が被曝したプルーム番号と汚染核種の確認」

福島県のSPM観測局Cs-137実測値からORIGEN 2モデルより算定した放射性テルル、放射性ヨウ素、放射性セシウムと安定テルルの大気濃度の再現算定マップ

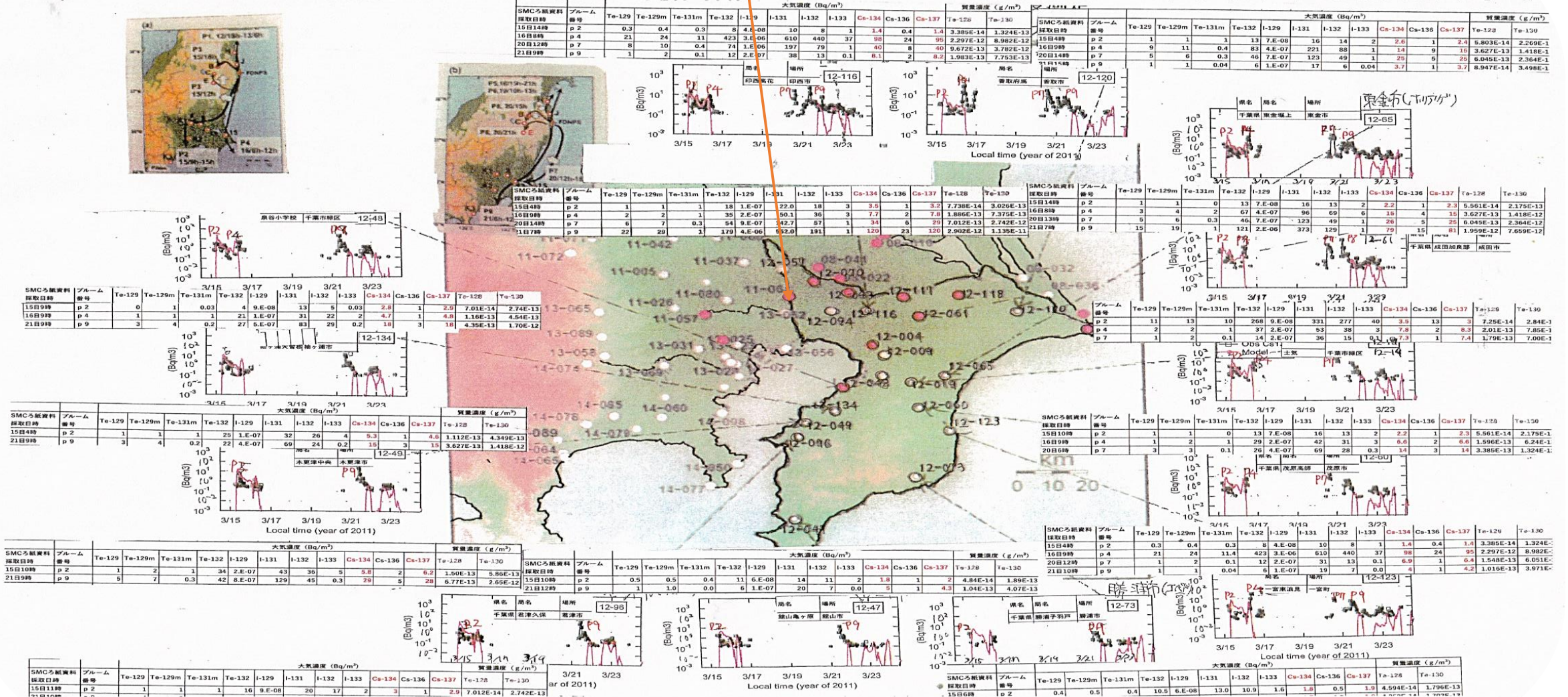
- ①申請人：松本徳子さんの居住場所（郡山市菜根）, ②申請人：大越良二さんの居住場所（福島市庄野）,
 ③申請人：安齋徹さんの居住場所（飯舘村小宮）, ④申請人：渡辺瑞也さん居住場所（南相馬市小高区）



千葉県SPM観測局Cs-137実測値からORIGEN 2モデルより算定した放射性テルル、放射性ヨウ素、放射性セシウムと安定テルルの大気濃度の再現算定マップ

申請人：小笠原和彦さんの原発事故当時の居住場所（千葉県松戸市）

千葉県・大気汚染常時観測地点におけるSPMろ紙に付着した放射能濃度による福島原発事故後のプルーム別(P2,P4,P7,P9)の放射能濃度 (Bq/m³)



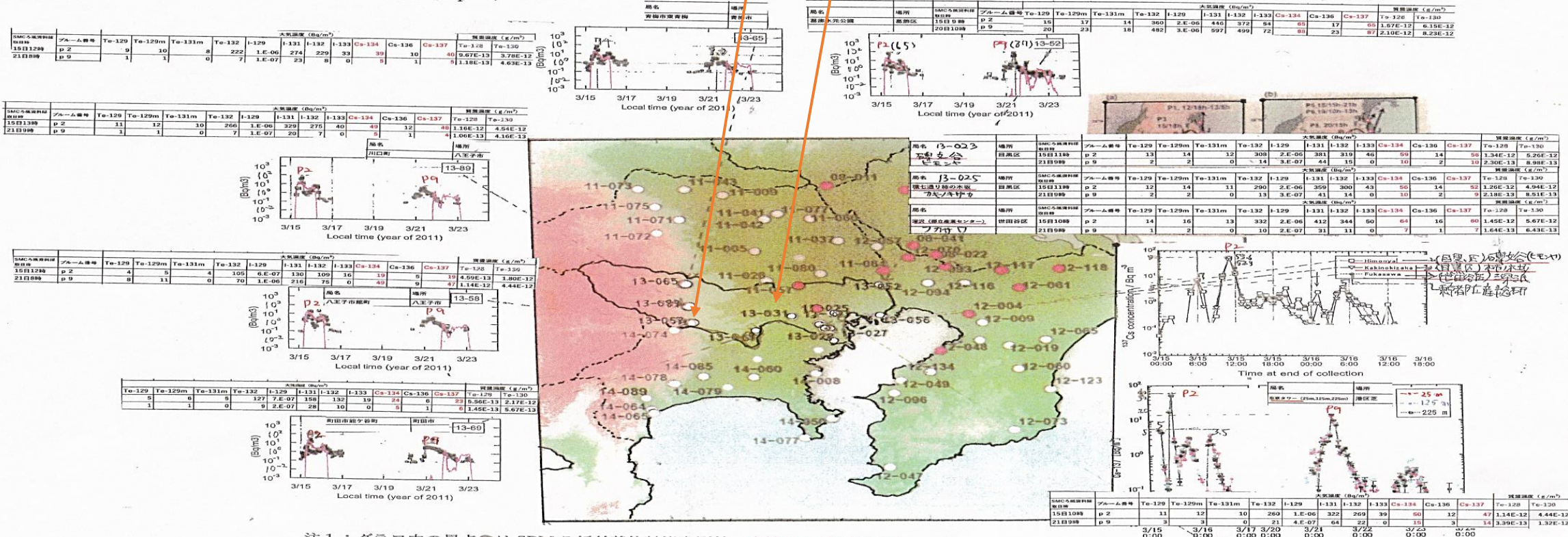
山田國廣著「福島原発事故後の東日本広域に飛来した9本のプルームにより申請人6人が被曝したプルーム番号と汚染核種の確認」

東京都のSPM観測局Cs-137実測値からORIGEN 2 モデルより算定した放射性テルル、放射性ヨウ素、放射性セシウムと安定テルルの大気濃度の再現算定マップ

注：東京都世田谷区深沢の東京都立産業研究センター（SPMのコード番号13-031）では原発事故後にSPMろ紙による大気中微粒子放射能測定を行い、3月15日10時のP2プルーム到達時の測定ではTe-129, Te-129m, Te-131m, Te-132, I-131, I-132, I-133, Cs-134, Cs-137を検出していた。

申請人：山田真さんの原発事故当時の職場と居住場所（八王子市と西東京市）

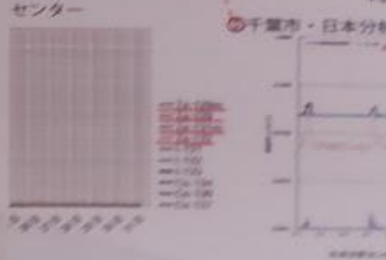
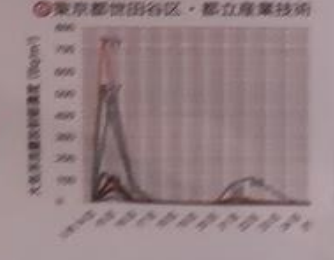
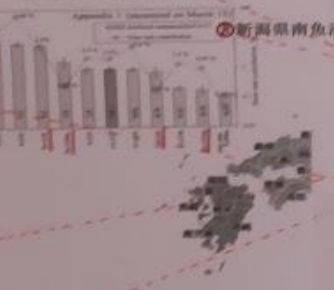
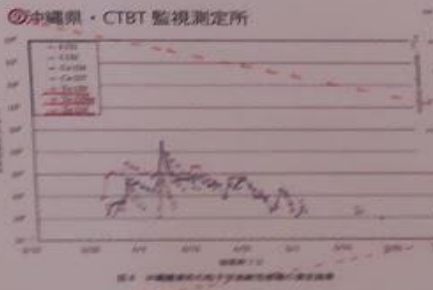
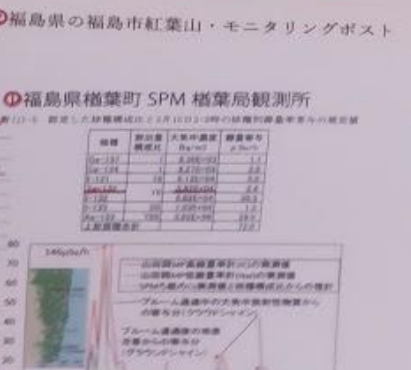
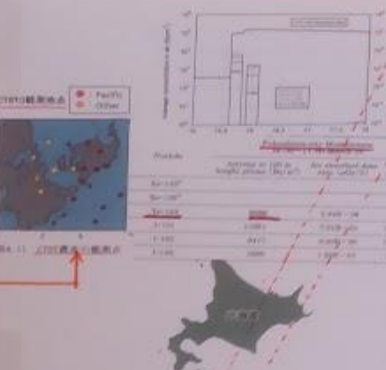
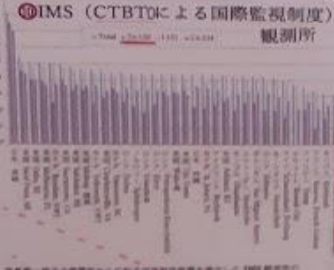
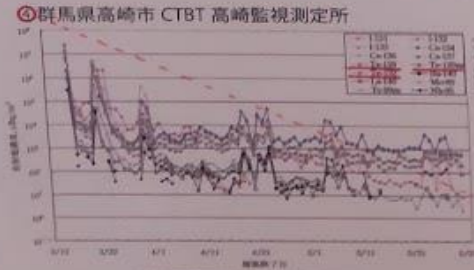
東京都・大気汚染常時監視測地点における SPMろ紙に付着した放射能7 濃度測定による福島原発事故後、3月15日時点プルーム2（P2）と21日時点プルーム9（P9）の飛来時間と Cs-137 濃度 (Bq/m³)



原発事故後に放出され9本のプルーム中微粒子には放射性テルル (Te-129,Te-129m,Te-131m,Te-132),放射性ヨウ素 (I-131,I-132,I-133),放射性セシウム (Cs-134,Cs - 1 3 6, Cs-137) が混入し、東日本および北半球各国の主要都市を汚染していた。

福島原発事故後放出された9本の放出プルームによる福島県、東日本各都県およびIMS観測所(沖縄県、米国、カナダ、ロシア、ドイツ、フランスなど)における「放射性テルル、放射性ヨウ素、放射性セシウム入り・ホットパーティクル汚染の恐怖」

福島原発事故後の福島県、茨城県、千葉県、群馬県、東京都、神奈川県、新潟県、沖縄県そして北半球の米国、カナダ、ロシア、フランス、ドイツ、イタリア、オーストラリア、オーストラリア、ポルトガル、ドイツ、フランスなどにおける
放射性テルル (Te-129,Te-129m,Te-131m,Te-132)、放射性ヨウ素 (I-131,I-132,I-133)、
放射性セシウム (Cs-134,Cs-136,Cs-137) 入り→ホットパーティクル汚染の恐怖



山田國廣著「福島原発事故後の東日本広域に飛来した9本のプルームにより申請人6人が被曝したプルーム番号と汚染核種の確認」

福島県外において、福島第一原発事故直後からダストサンプリングをゲルマニウム (Ge) 半導体検出器などにより放射性テルル (Te-129, Te-129m, Te-131m, Te-132)、放射性ヨウ素 (I-131, I-132, I-133)、放射性セシウム (Cs-134, Cs-136, Cs-137) の核種分析 (大気放射能濃度: Bq/m³ や Cs-137 比分析) を行った研究機関と文献名

注: ○印は検出された放射性テルルの核種名 ○印は放射性ヨウ素の核種名 ○印は放射性セシウムの核種名

研究機関略称	研究機関日本名	試料採取および測定場所と測定法	Te-129	Te-129m	Te-131m	Te-132	I-131	I-132	I-133	Cs-134	Cs-136	Cs-137	データ出典・文献名	福島原発事故直後から放出された9本のプルーム (p1~P) との関係
CTBTO	包括的核実験禁止条約・監視測定所	群馬県高崎市CTBT観測所で採取・Ge検出器測定による大気放射能濃度の時間変化	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	米沢仲四郎、山本洋一著「核実験監視用放射性核種観測網による大気中の人工放射性核種の測定」、ぶんせき、2011,8	2011年3月15日に採取された大気浮遊じんは2号機放出P3であった。
Pref・Niigata	新潟県防災局放射線監視センター	新潟県南魚沼市で採取した試料をGe検出器測定大気放射能濃度のCs-137比	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	大野峻史他著「福島第一原子力発電事故の影響により新潟県において検出された人工放射性核種について」、新潟県放射性監視センター年報、第9巻、2011年	2011年3月15日に採取された大気浮遊じんは2号機放出のP3であった。
TIRI	東京都立産業技術センター	東京都世田谷区深沢で採取・Ge検出器測定の大気放射能濃度	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	東京都立産業技術研究センター「東京電力福島第一原子力発電所に係る大気浮遊塵中放射性物質調査報告書」平成23年12月	2011年3月15日10時に採取された大気浮遊じんは2号機放出のP2であった。
RIKEN	理化学研究所	埼玉県和光市で採取・Ge検出器測定で大気放射能濃度の時間変化	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	H.Haba et al「One-year of airborne radionuclides in Wako, Japan, after the Fukushima Dai-ichi nuclear power Plant accident in 2011」; Geochemical Journal, Vol.46, 2012	2011年3月15日に最高濃度を検出した大気浮遊じんは2号機放出のP2であった。
MRI	気象庁・気象研究所	茨城県つくば市で採取・Ge検出器測定で大気放射能濃度の時間変化	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Yasuhito Igarashi et al, 「Characteristics of Spherical Cs-Bearing Particles Collected During The Early Stage of FDNPP Accident」	2011年3月15日に採取された大気浮遊じんは2号機放出のP2であった。
KPIPH	神奈川県衛生研究所	神奈川県茅ヶ崎市で採取・Ge検出器測定で大気放射能濃度の時間変化	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	神奈川県衛生研究所「神奈川県における放射能調査・報告書-2011」	2011年3月15日に採取された大気浮遊じんは2号機放出のP2であった。
DTRA	米国防総省・危機削減局	神奈川県横須賀港米軍基地で・Ge検出器測定による大気濃度の時間変化	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	DTRA-TR-12-001[Radiation Dose Assessments for Shore-Based in Operation Tomodachi], September, 2012	2011年3月15日に採取された大気浮遊じんは2号機放出のP2であった。
DTRA	米国防総省・危機削減局	東京都福生市の米軍横田基地で・Ge検出器で大気濃度の時間変化	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	DTRA-TR-12-001[Radiation Dose Assessments for Shore-Based in Operation Tomodachi] September, 2012	2011年3月15日に採取された大気浮遊じんは2号機放出のP2であった。
DTRA	米国防総省・危機削減局	米軍の宮城県仙台空港キャンプ地においてGe検出器で大気濃度の時間変化	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	DTRA-TR-12-001[Radiation Dose Assessments for Shore-Based in Operation Tomodachi] September, 2012	2011年3月21日に最高濃度の放射能濃度を観測したのはP9であった。
DTRA	米国防総省・危機削減局	宮城県女川沖100km・海上の空母ロナルド・レーガン甲板上採取され、HPAC (Hazard Prediction and Assessment Capability) により解析	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	DTRA-TR-12-041[Radiation Dose Assessments for Fleet-Based Individuals in Operation Tomodachi], September, 2013	2011年3月12日の12時に宮城県女川沖100kmで最初に放射能を検出したのは1号機放出のP1であった。

山田國廣著「福島原発事故後の東日本広域に飛来した9本のプルームにより申請人6人が被曝したプルーム番号と汚染核種の確認」

要旨 : 2011年3月の福島原発事故は大量の放射性物質が放出された。本研究では、東京圏を含む7つの監視所でSPM (浮遊粒子状物質) 採取フィルターテープ上に、1時間ごとに収集されたエアロゾルから、原発事故初期段階で放出された放射性物質の一種である放射性セシウムボール微粒子 (CsMPs) を分離した。エアロゾルからは直径1 μ m程度の球形で粒子あたり1Bq以下のCs-137でした。それらの物理特性および化学特性は、Cs-134/cs-137比などが以前に報告した結果とよく一致していた。本研究では、福島原発から放出されたCsMPが原発から250km以上離れた関東地方にもほぼ同様に降下していたことを実証した。3月15日早朝にかけてのプルームは福島原発2号機原子炉から放出されていたことも示した。CsMPに関して得られた関東広域分布の情報は、福島原発事故汚染が環境と人間の健康に及ぼす影響を評価することにやくだちます。

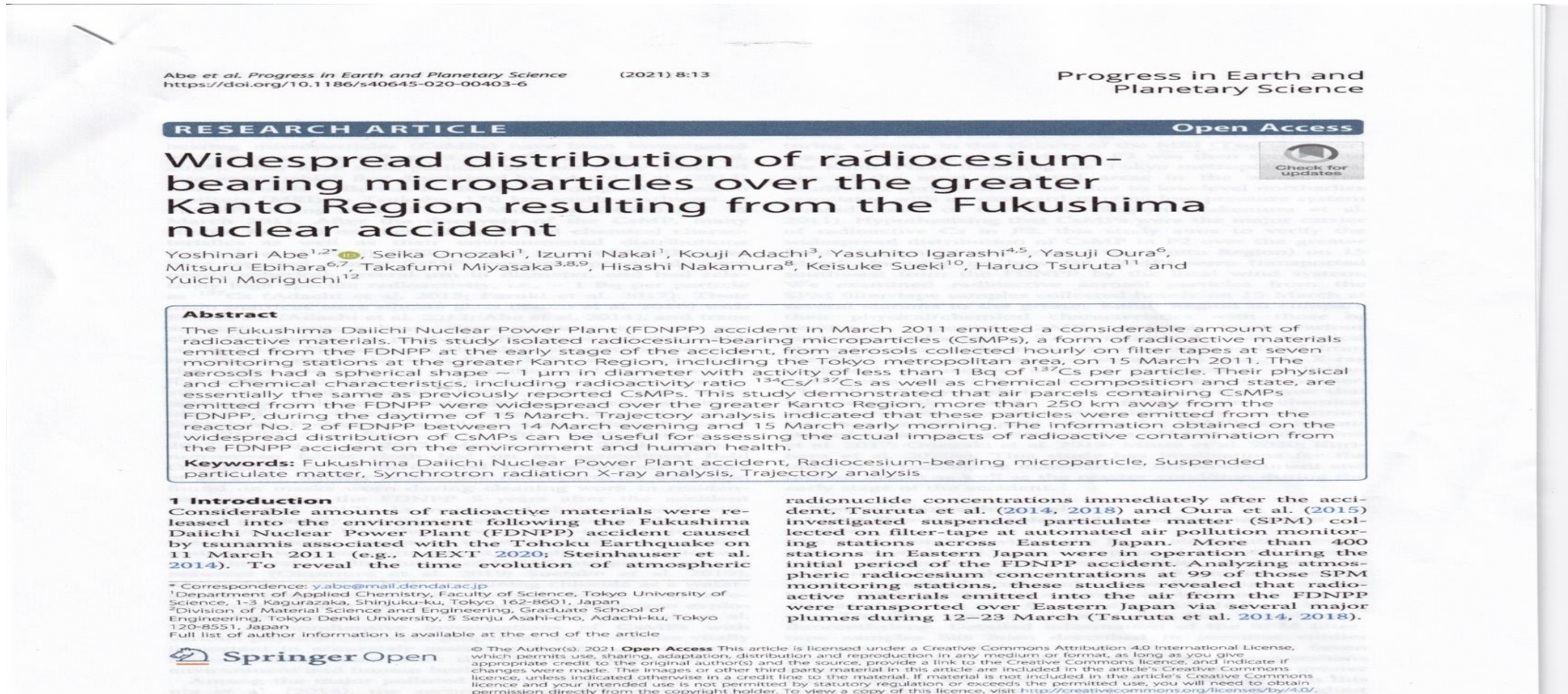
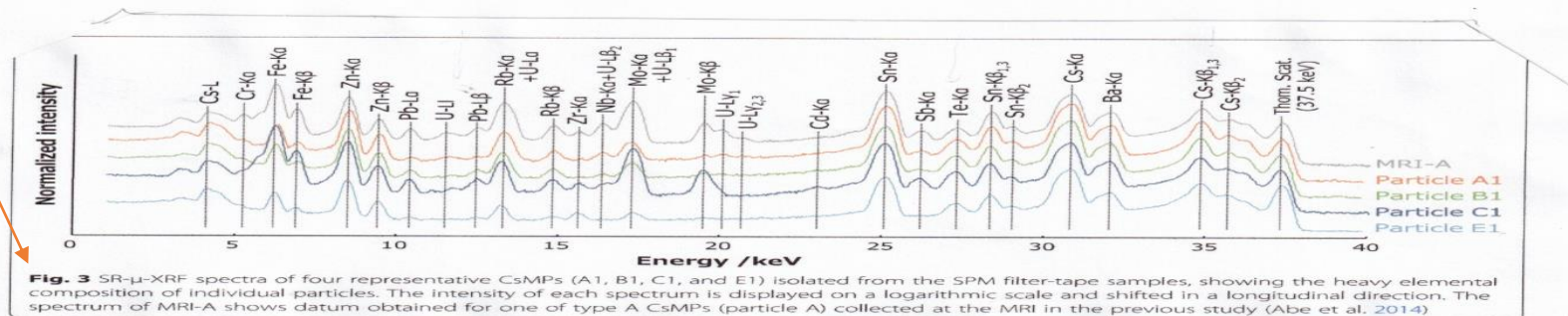
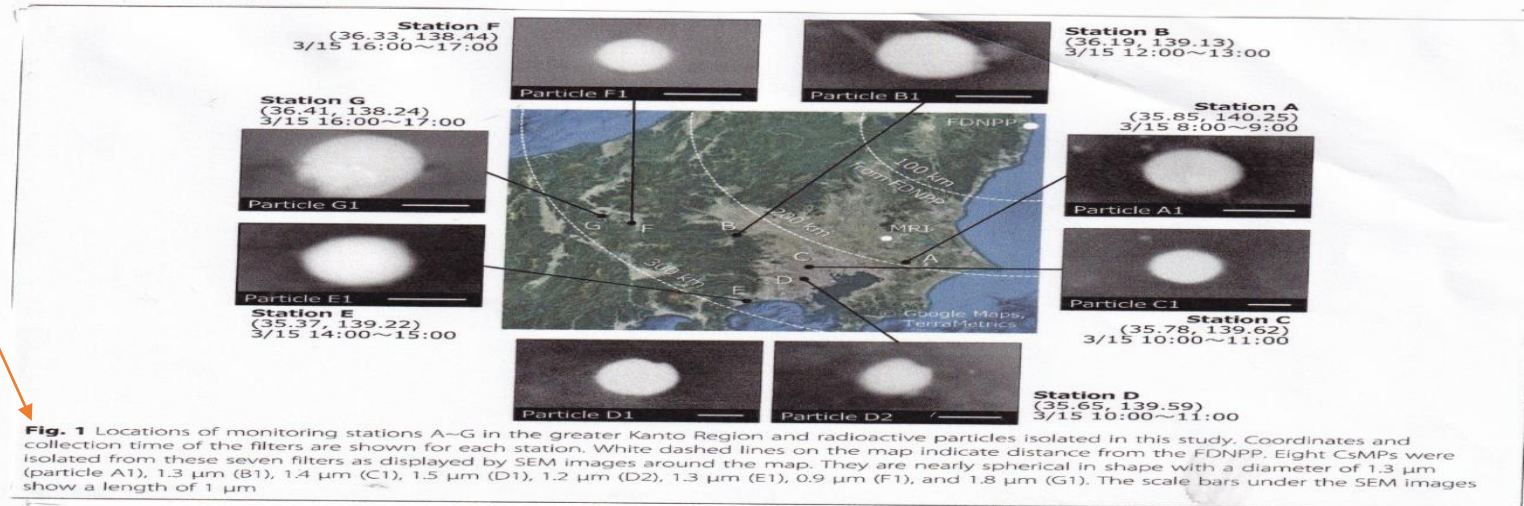


図1の説明文：関東地方のSPM観測所A~Gの位置と、今回分離されたCsPMの映像である。SPM観測所の座標（緯度、経度）とSPMろ紙収集時間が場所ごとに表示されている。8つの分離されたCsPMの電子顕微鏡写真が地図の回りに表示されている。それらはほぼ球形であり、直径は1.3 μ m(A1),1.3 μ m(B1),1.4 μ m(C1),1.5 μ m(D1),1.2 μ m(D2),1.3 μ m(E1),0.9 μ m(F1),そして1.8 μ m(G1)である。右下のスケールバーは1 μ m長さを示している。

図3の説明文：SPMろ紙から分離された4つの代表的なCsMP(A1,B1,C1,E1)のSR- μ -XRFスペクトルである。個々の粒子の重元素組成を示している。各スペクトルの縦軸の規格化強度は対数スケールで表示されている。MRI(つくば市気象研)で収集されたA型は、以前に研究で収集されたものを示している。



山田國廣著「福島原発事故後の東日本広域に飛来した9本のプルームにより申請人6人が被曝したプルーム番号と汚染核種の確認」

表1 SPMろ紙サンプルが採取された7か所の①位置（緯度、経度）②福島原発からの距離③SPMろ紙のサンプリング時間④Cs-137濃度（Bq/m³）⑤採取地点都市名

Stationの記号	①緯度	①経度	②福島原発からの距離（km）	③SPMろ紙のサンプリング時間帯	④Cs-137濃度（Bq/m ³ ）	⑤採取地点の都市地名
A	38.85	140.25	189	2011年3月15日8時~9時	22.1	千葉県印旛郡栄町須賀
B	36.19	139.13	218	2011年3月15日12時~13時	59.1	埼玉県本庄市児玉
C	35.78	139.62	229	2011年3月15日10時~11時	81.9	埼玉県和光市白子2丁目
D	35.65	139.59	236	2011年3月15日10時~11時	29.4	東京都調布市人間町
E	35.37	139.22	280	2011年3月15日14時~15時	29.3	神奈川県秦野市今泉
F	36.33	138.44	261	2011年3月15日16時~17時	22.1	長野県小諸市東雲2丁目
G	36.41	138.24	273	2011年3月15日16時~17時	32.8	長野県上田市常盤城5丁目

放射光マイクロビーム蛍光X線分析（スプリング8）により、関東地域SPM観測所の8つのCsボールおよびつくば気象研で採取されたCsボールから検出された重元素名

注1:○印は検出された元素

注2:○印は元素化合物が「有害元素の急性毒性表、において高度毒性を有する」

注3:○印は元素化合物が「有害元素の急性毒性表、において中度毒性を有する」

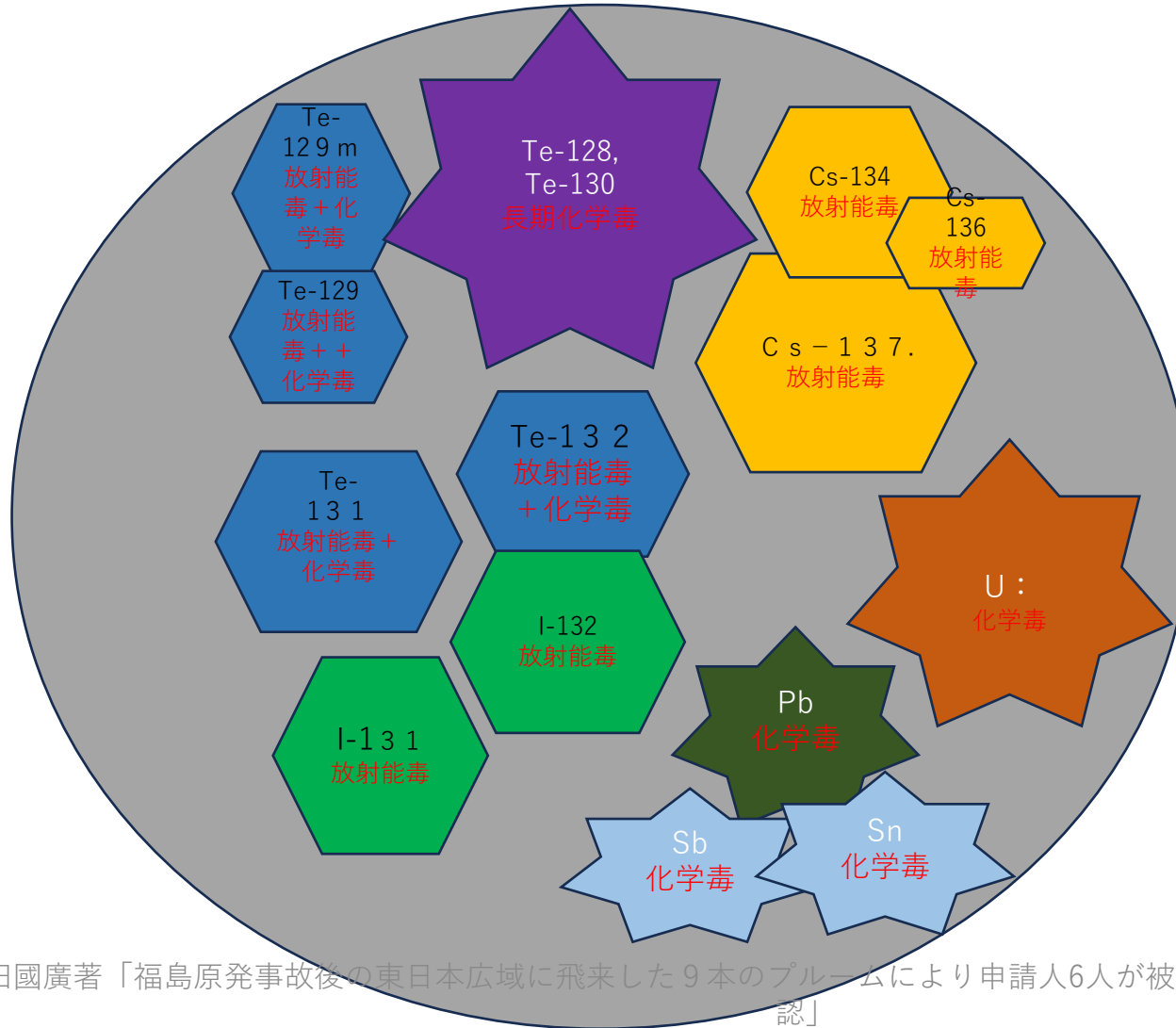
注4:Zn,Rb,Mo,Sn,Sb,Te,Cs,が8つのCsボールから検出されたのは、それらが核分裂物質起源であることに由来している。

Csボール番号	採取場所	Cr	Fe	Zn	Rb	Zr	Nb	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Te	Cs	Ba	Pb	U
A1	千葉県印旛郡栄町須賀		○	○	○	○		○			○	○	○	○	○	○	○
B1	埼玉県本庄市児玉		○	○	○			○			○	○	○	○		○	○
C1	埼玉県和光市白子2丁目		○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○		○	
D1	東京都調布市人間町		○	○	○	○		○			○	○	○	○			
D2	東京都調布市人間町		○	○	○	○		○			○	○	○	○			
E1	神奈川県秦野市今泉		○	○	○	○		○			○	○	○	○		○	
F1	長野県小諸市東雲2丁目		○	○	○	○		○	○		○	○	○	○		○	○
G 1	長野県上田市常盤城5丁目		○	○	○	○		○		○	○	○	○	○			
MRI-A	つくば市学園都市：気象研究所	○	○	○	○	○		○			○	○	○	○		○	○

東日本広域のSPMから採取されたCsボール内に存在している放射性テルル、放射性ヨウ素、放射性セシウムと多種の有害化学毒元素の実測値による複合汚染モデル図

注：原発事故直後に福島県をはじめ東日本広域に降下したCsボールには、このモデル図のような放射性物質と有害化学毒物が混在して、複合毒影響与えていた。

◎直径1 μ m程度のCsボールの中に放射性物質ではTe-129,Te-129m,Te-131,Te-132,I-131,I-132,I-133,Cs-134,Cs-136,Cs-137が存在していた。そして化学毒を有する有害化学毒元素としてはテルル、ウラン、鉛、アンチモン、スズなどが存在していた。



広島衛研ニュースで紹介されていた「有害金属の急性毒性：LD50の毒性評価表」

注1：テルル化合物、ウラン化合物、クロム化合物、カドミウム、鉛などは高度毒性（LD50が1～10 mg/kg）の評価であった。

注2：高度毒性のテルル（4価）は $TeO_2, TeCl_4, H_2TeO_3$ 、ウラン（6価）は UO_3, UF_6, UCl_6

注3：鉛（Pb）、アンチモン（Sb）、スズ（Sn）は中等ド毒性である。

本文

衛研ニュース／食品中の重金属について

＜記事内容＞

ページ番号：0000000225 更新日：2020年12月7日更新

重金属について

重金属とは、比重が4以上の金属元素とされています。一般に軽金属と呼ばれるナトリウム等のアルカリ金属、カルシウム等のアルカリ土類金属や、ミニウムを除く約60種類の金属が重金属に相当します。

例えば、カドミウム、鉛、亜鉛、銅、マンガン、鉄、コバルトなどです。重金属と聞くと、人体に有害で危険な物質というイメージがあると思いますが一般的に、重金属は毒性が強いものが多く、微量であっても繰り返し摂取すると体内で蓄積されて有害です。

ただし、重金属は有害であるばかりではありません。元素には、生元素あるいは生体元素と呼ばれる生物にとって大変重要な役割を持つものがあります。次の表に示すものがそれらで、生物体を構成している11種の主要元素と、生命維持に必須とされている15種の微量元素です。この微量元素のうちケイ素、フッ素、ヨウ素を除く12種の元素は重金属なのです。

表のサイズを切り替える

生元素(生体元素)(※1)

主要元素(成人1日必要量が100mg以上)	水素、炭素、窒素、酸素、リン、硫黄、塩素、ナトリウム、カリウム、マグネシウム、カルシウム
微量元素(成人1日必要量が100mg以下)	鉄、亜鉛、銅、マンガン、バナジウム、クロム、ニッケル、コバルト、ヒ素、セレン、モリブデン、スズ、ケイ素、フッ素、ヨウ素

(※1)「衛生試験法・注解2020,日本薬学会編,204(2020)」より引用

また、食品に含まれる有害元素はその存在形態によって毒性が大きく違うため、元素の存在量だけで議論することはできません。

例えば、無機ヒ素は毒性が高いにもかかわらず、ジメチルアルシノ酸やアルセノシュガー等の有機ヒ素化合物は毒性がはるかに低いということが分っています。参考までに、有害元素の急性毒性量を次の表に示します。

表のサイズを切り替える

有害元素の急性毒性(※2)

LD50(mg/kg)(注1)	経口(注2)	静注(注3)	元素名
高度毒性 1～10	経口	静注	ヒ素(3価)、黄リン、プルトニウム(4価、6価)、セレン(4価)、テルル(4価)、タリウム(1価)
中等度毒性 10～100	経口	静注	プルトニウム(4価、6価)、テルル、ベリリウム、カドミウム、クロム(6価)、水銀、鉛、硫黄(-2価)、マンガン(6価)、バナジウム(5価)
わずかな毒性 100～1000	経口	静注	カドミウム、銅、フッ素、水銀、鉛、アンチモン、ウラン、バナジウム
比較的無害 1000以上	経口	静注	金、バリウム、カルシウム、セリウム、コバルト、フッ素、ガリウム、カリウム、マグネシウム、マンガン、モリブデン、ニオブ、ニッケル、プラセオジウム、白金、アンチモン、スズ、タンタル、トリウム、ニオン、亜鉛
	経口	静注	アルミニウム、ホウ素、バリウム、鉄、インジウム、モリブデン、タンタル、トリウム、タングステン
	経口	静注	鉛、ジルコニウム
	経口	静注	ホウ素、クロム(3価)、ゲルマニウム、ランタン、リチウム、レニウム(7価)、ストロンチウム、イットリウム、亜鉛
	経口	静注	臭素、塩素、セシウム、ヨウ素、ナトリウム、ルビジウム、カルシウム、カリウム、ランタン、レニウム(7価)

(※2)「衛生試験法・注解2020,日本薬学会編,431(2020)」より引用

(注1) 50%Lethal Doseの略で半数致死量のこと。ある化学物質を実験動物に投与した時、その実験動物の半数が死亡する量を表す。例えば、LD50=10mg/kgとは、体重1kgあたり10mg投与すると半数が死ぬ事を示している。

(注2) 口から投与すること。

(注3) 静脈注射により投与すること。