

新刊書籍 発売！ 2012年10月10日 刊行

「放射線を科学的に理解する — 基礎からわかる東大教養の講義」

鳥居寛之・小豆川勝見・渡辺雄一郎 著
中川恵一 執筆協力

丸善出版 本体 2500円+税

- 1章 放射線とは？《放射線入門》
 - 2章 放射線の性質《放射線物理学Ⅰ》
 - 3章 原子力発電で生み出される放射性物質《原子核物理学・原子力工学》
 - 4章 放射線量の評価《放射線物理学Ⅱ》
 - 5章 放射線の測り方《放射線計測学》
 - 6章 環境中での放射性物質《環境放射化学》
 - 7章 放射線の細胞への影響《放射線生物学》
 - 8章 放射線の人体への影響《放射線医学》
 - 9章 放射性物質と農業《植物栄養学・土壤肥科学》
 - 10章 放射線の防護と安全《放射線防護学》
 - 11章 役に立つ放射線《放射線の利用・加速器科学》
- Q&A

放射線を理解するには、物理学・化学・生物学・医学・工学など、多くの分野の知識が必要です。しかしこれらすべてを網羅することは難しく、系統立てて学べる機会は非常に少ないのが実情です。

本書は、東京大学教養学部で行われた講義をもとにし、放射線について多角的に学べるよう配慮しています。日常生活や原発事故にかかわる具体的な例を引きながらやさしくていねいに解説しましたので、高校生や一般の方にも広く読んでいただきたいと願っています。

<http://radphys4.c.u-tokyo.ac.jp/~torii/lecture/radiolect-kn.html>

放射線

鳥居 寛之
小豆川勝見
渡辺雄一郎 著
中川 恵一
執筆協力

科学的に
理解する

基礎からわかる東大教養の講義

丸善出版

2012年度冬学期 主題科目テーマ講義

放射線

を

科学的に

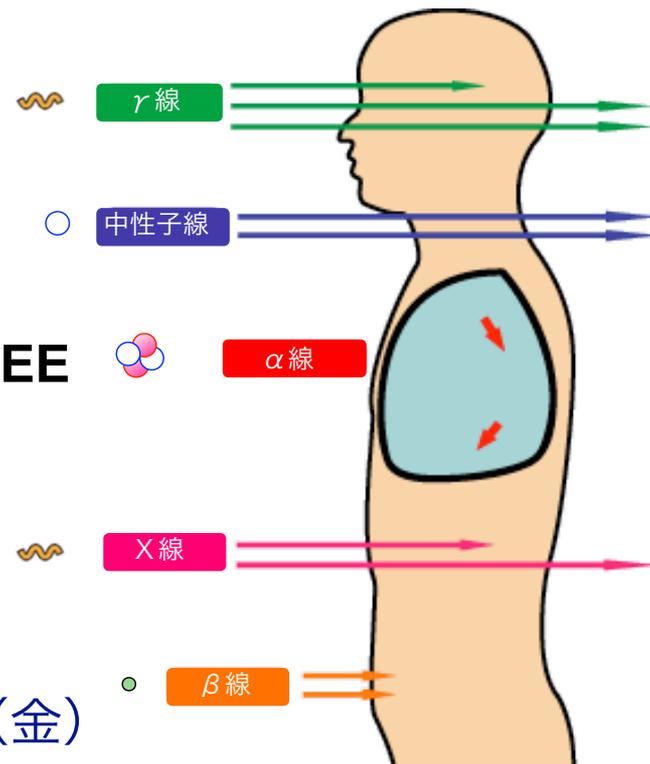
理解する

金曜5限

@ 21 KOMCEE

K402教室

2012 / 11 / 2 (金)



第4回

環境放射化学

放射線量の時間変化・濃縮と拡散

小豆川 勝見

東京大学 教養学部 / 大学院総合文化研究科

放射線を科学的に理解する

- 10/12 放射線入門 【鳥居】
- 10/19 放射線物理学 【鳥居】
- 10/26 放射線計測学 【小豆川】
- 11/ 2 環境放射化学 【小豆川】
- 11/ 9 放射線生物学 【渡邊】
- 11/16 放射線医療 【作美】
- 11/20 原子核物理学 【鳥居】
- 11/30 環境システム工学 【森口】
- 12/ 7 科学技術社会論 【藤垣】
- 12/14 環境放射化学 【小豆川】
- 12/21 植物栄養・肥料学 【藤原】
- 1/11 放射線の利用 【渡邊】
- 1/25 放射線防護学・加速器科学 【鳥居】

担当教員

ゲスト講師

鳥居 寛之

小豆川 勝見

渡邊 雄一郎

《教養学部》

作美 明 《医学部附属病院放射線科》

森口 祐一 《工学系都市工学》

藤原 徹 《農学部応用生命化学》

藤垣 裕子 《教養学部広域システム》

放射線を科学的に理解する (化学分野2回目)

小豆川(しょうずがわ)勝見

はじめに

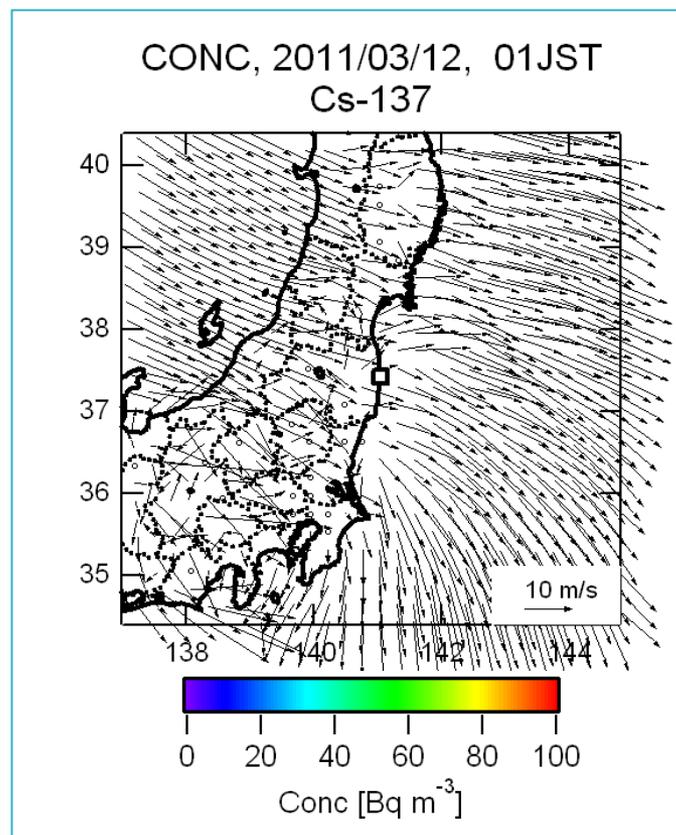
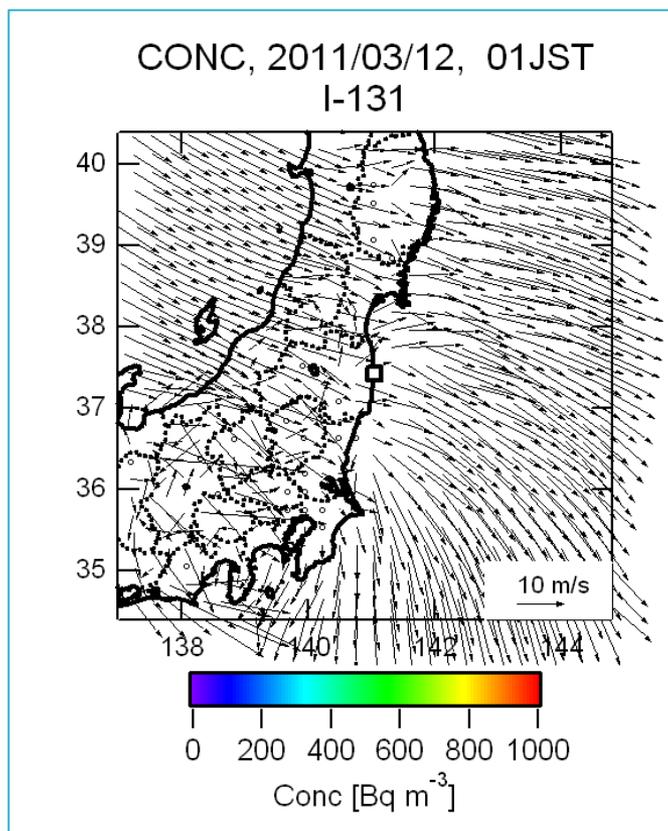
- ▶ 今日のテーマは「放射線量の時間変化・濃縮と拡散」
- ▶ 環境中に拡散された放射能-フォールアウト後にどうなる？
 - 福島第一原発周辺(0-35km圏内)
 - 「ホットスポット」の核種の挙動
 - 駒場キャンパスでは？
- ▶ 化学の最終週(12月)ではSPEEDIなどの拡散シミュレーションとの比較を行います

核分裂生成物と放射化生成物

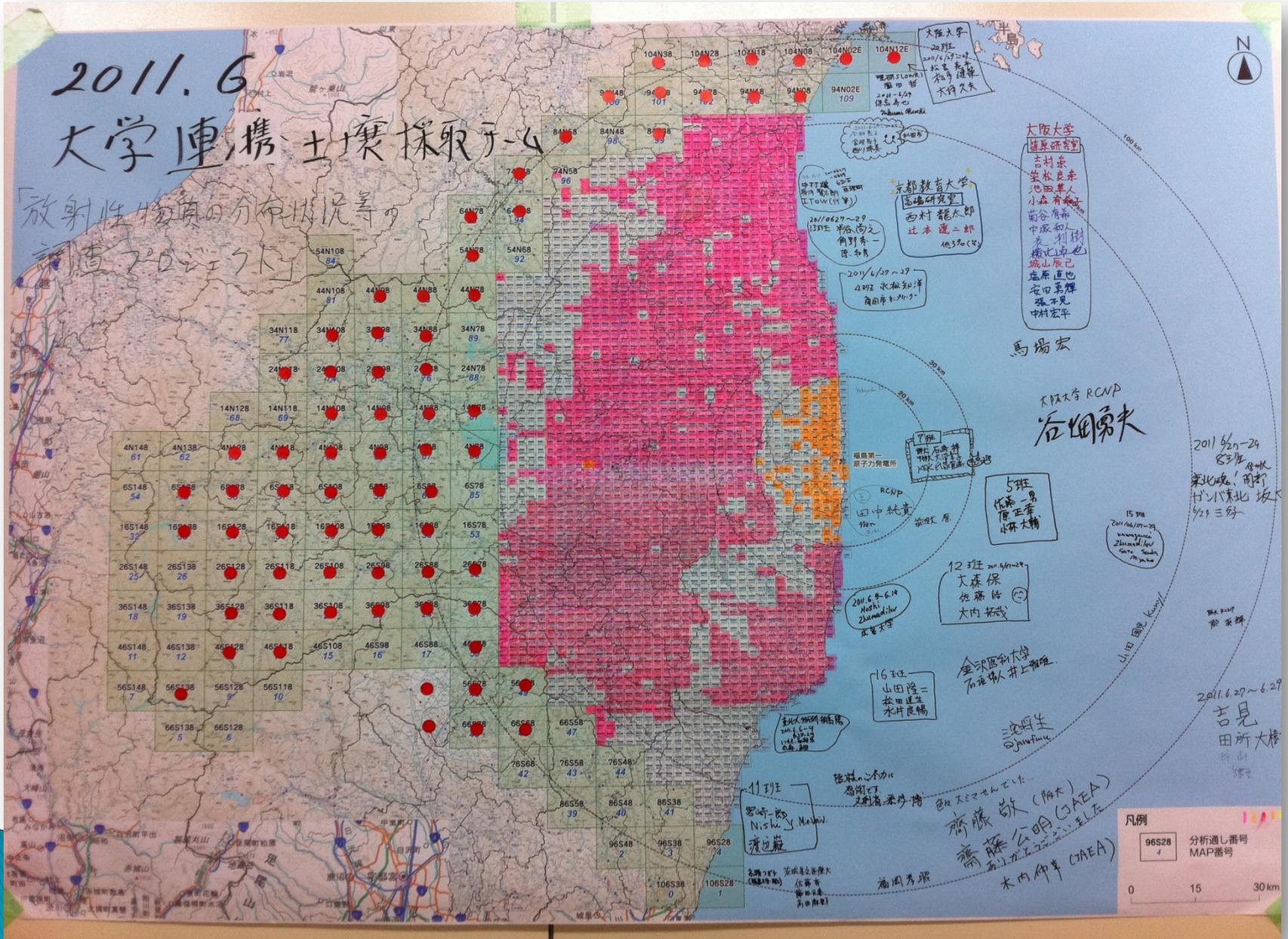
- ▶ ^{134}Cs と ^{137}Cs の生成過程は全く異なる
- ▶ 核分裂生成物(Fission Product)...いわば燃えカス
 - 核分裂によって生成する核種(^{90}Sr , ^{131}I , ^{133}Cs (stable), ^{137}Cs ...)
 - 燃料が ^{235}U で、原子炉のタイプが決まっていれば、おおよその核分裂生成物の収量(Yield)は予測できる。
- ▶ 放射化生成物(Activation Product)
 - 核分裂反応によって生じる高速中性子が減速材で減速され、熱中性子となり、これが中性子捕捉反応によって新たに生じる核種(^{134}Cs , $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{239}U ...)
 - 高速増殖炉

放射性物質の拡散

- ▶ 大半が海側に流れているが、3/15や3/20-21には南方向に放射性物質が拡散している

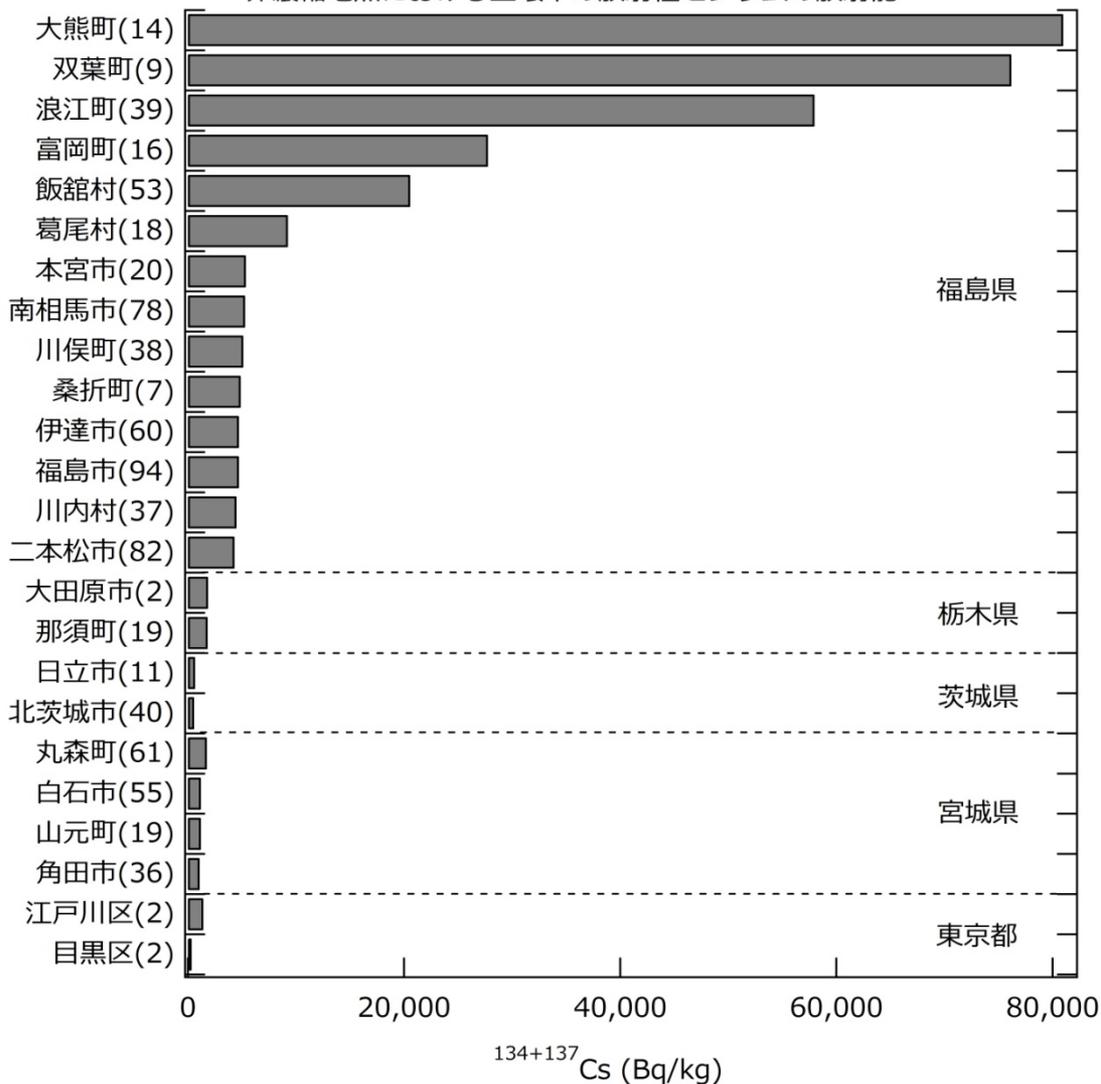


文科省主催の土壌採取プロジェクト(2011年6月)



広域的な放射性セシウムの評価(文部科学省提供)+自分のデータ

非濃縮地点における土壤中の放射性セシウムの放射能



放射性セシウム($^{134}+^{137}\text{Cs}$ 合算値)
 測定点はすべて非濃縮地点
 それぞれ5-40点程度の平均値



大熊町でのサンプリングの様子

1. 市町村名の後の(カッコ)内の数字はサンプル数であり、ここではその平均値を示した。
2. 土壌サンプルの採取は2011年6月から7月であり、採取時点で半減期補正を行っている。
3. 文部科学省から提供された値に筆者の測定結果を加えた。

重い放射化生成物は飛ばない？

- ▶ チェルノブイリ事故で放出された核種の例
 - 事故から2週間後のOslo郊外(~1500km)で採取されたダスト中の核種
- ▶ ^{106}Ru や ^{144}Ce が特徴的(福島第一原発からはあまり放出さえていない核種)
- ▶ ^{239}Np は ^{239}U からの β decay

Henriksen *et al.*, *Environ, Inter.*, 14, 157-163, 1998

Table 1. Radioisotopes in air after the Chernobyl accident.

Isotope	ppM	Relative Dose (Percent)
^{95}Zr	0.49	0.4
^{99}Mo	0.03	0.02
^{103}Ru	0.60	0.5
^{106}Ru	4.00	3.1
^{132}Te	11.30	8.8
^{131}I	93.00	72.2
^{133}I	0.43	0.3
^{134}Cs	5.30	4.1
^{136}Cs	0.33	0.3
^{137}Cs	6.70	5.2
^{140}Ba	0.21	0.2
^{141}Ce	0.25	0.2
^{144}Ce	5.80	4.5
^{239}Np	0.33	0.3
All	128.77	100.1

The measurements are made in Baerum, close to Oslo. The activities are given as integrated activities during the first two weeks after the accident and expressed as parts per million (ppM) relative to the ICRP threshold value for workers. The third column yield the relative contribution to the inhaled dose.

JCO臨界事故における核分裂生成物と放射化生成物(1)

Nakanishi *et al.*, *J. Environ. Radioactivity*, 50, 61–68, 2000

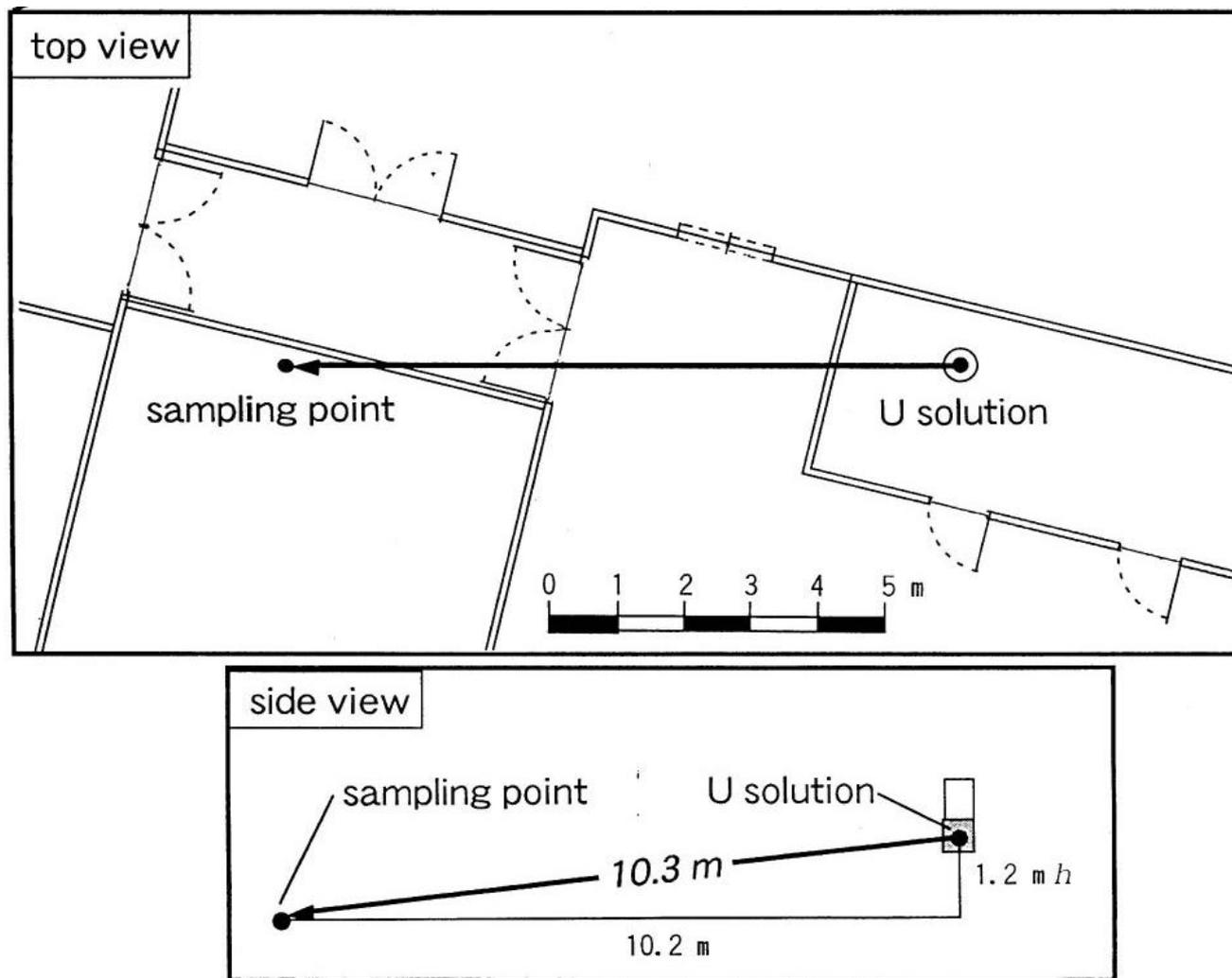


Fig. 1. The sampling location of the S-12L soil sample. The criticality phenomenon occurred in the “U solution”.

JCO臨界事故における核分裂生成物と放射化生成物(2)

Nakanishi *et al.*, *J. Environ. Radioactivity*, 50, 61–68, 2000

Table 1

Residual neutron-induced radionuclides in the S-12L soil sample. The nuclides are arranged by half-life starting with the shortest

Nuclide	Half-life ^a	E_{γ} (keV) ^a	Bq(at EOC ^b)/g-sample(dry)	
 ²⁴ Na	14.9590 h	1369	$(5.5 \pm 1.3) \times 10^1$	
 ¹⁴⁰ La		487	$(1.0 \pm 0.1) \times 10^0$	
		816	$(1.1 \pm 0.3) \times 10^0$	
		1596	$0.94 \pm 0.09 \times 10^0$	
		Mean	$(1.0 \pm 0.1) \times 10^0$	
 ¹²² Sb	2.70 d	564	$(6.1 \pm 0.5) \times 10^{-1}$	
 ⁵⁹ Fe	44.503 d	1099	$(3.3 \pm 0.3) \times 10^{-2c}$	
		1292	$(3.3 \pm 0.3) \times 10^{-2c}$	
		Mean	$(3.3 \pm 0.2) \times 10^{-2c}$	
 ¹²⁴ Sb	60.20 d	603	$(1.4 \pm 0.1) \times 10^{-2c}$	
		1691	$(1.3 \pm 0.1) \times 10^{-2c}$	
		Mean	$(1.4 \pm 0.1) \times 10^{-2c}$	
 ⁴⁶ Sc	83.79 d	889	$(5.0 \pm 0.2) \times 10^{-2c}$	
		1121	$(5.2 \pm 0.3) \times 10^{-2c}$	
		Mean	$(5.1 \pm 0.3) \times 10^{-2c}$	
 ⁶⁵ Zn	244.26 d	1116	$(1.4 \pm 0.2) \times 10^{-2c}$	
		 ¹³⁴ Cs	569	$(2.6 \pm 0.5) \times 10^{-2c}$
			605	$(2.5 \pm 0.1) \times 10^{-2c}$
			796	$(2.4 \pm 0.2) \times 10^{-2c}$
Mean	$(2.5 \pm 0.2) \times 10^{-2c}$			
 ⁶⁰ Co	5.2714 yr	1173	$(2.5 \pm 0.4) \times 10^{-3c}$	
		1333	$(2.4 \pm 0.4) \times 10^{-3c}$	
		Mean	$(2.4 \pm 0.3) \times 10^{-3c}$	



放射化



核分裂

^aFirestone *et al.* (1996).

^bEOC: end of criticality.

^cThe data are tentative because a check of the half-lives of the photopeaks must be further continued.

放射化生成物の意味

- ▶ JOC事故では核分裂生成物も放出されたが、大量ではない
 - むしろ中性子が周辺に拡散したことが問題だった
 - 近隣住民の家の食卓にあった塩に含まれるNaが放射化した ($^{23}\text{Na} \rightarrow ^{24}\text{Na}$)
 - 臨界した ^{235}U は多くても1mg程度
- ▶ 元素が放射化するためには、相当量の熱中性子線が必要
- ▶ 放射化生成物は炉の状態や性能を把握する良い指標となる

今後の核種の挙動(詳細は3回目(12/16に))

▶ $^{134,137}\text{Cs}$ が卓越

- 1992年に採取したNovo Borovicky(チェルノブイリから北西150km)の土壤

P.Carbol *et al*, *J. Environ. Radioactivity* 68, 27-46, 2003

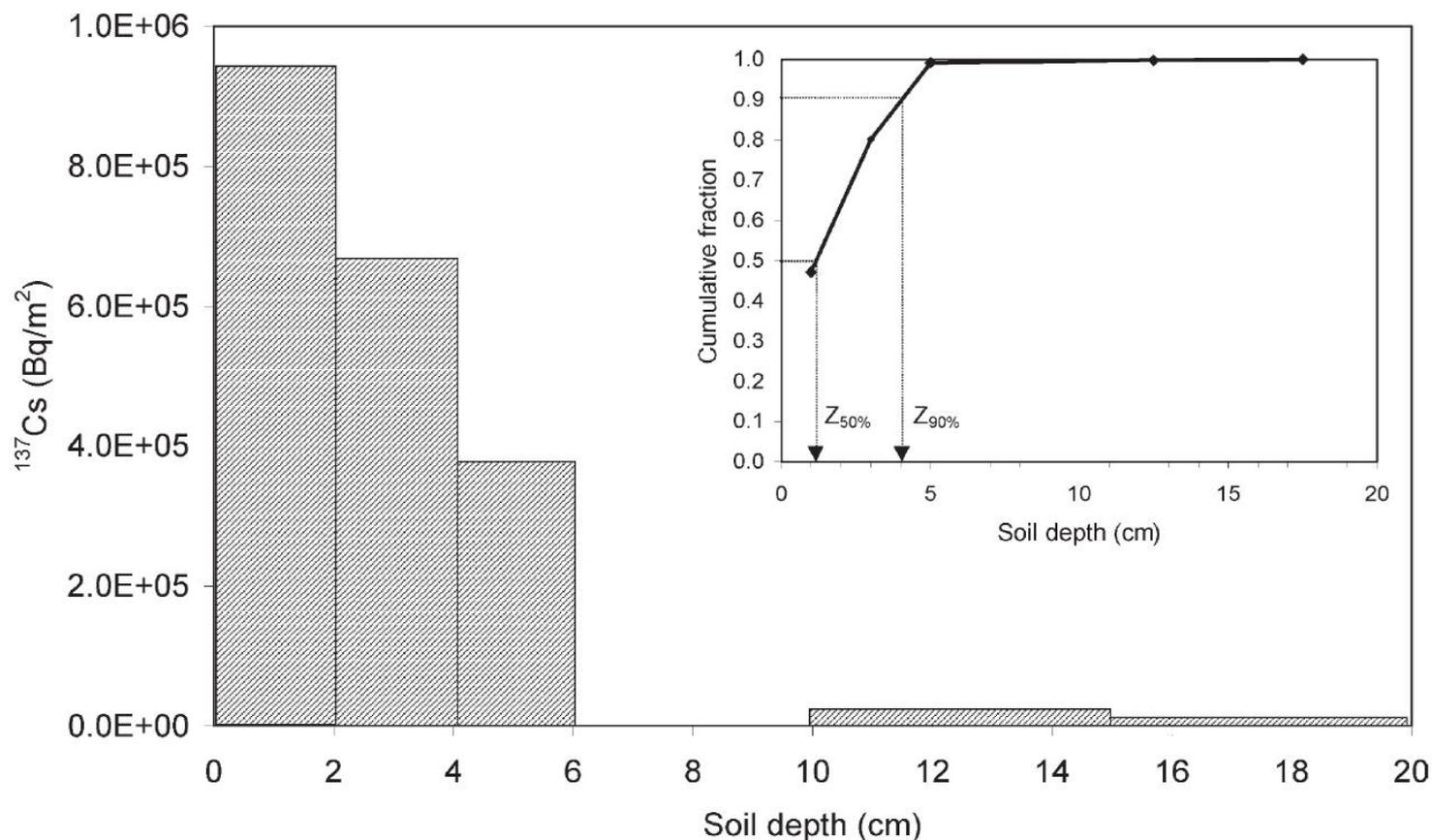


Fig. 1. Depth distribution of ^{137}Cs in the soil profile. The inlaid figure shows the method used to calculate the $Z_{50\%}$ - and $Z_{90\%}$ -values.

核種毎の土壌中の拡散(チェルノブイリから150kmの土壌)

Table 2

P.Carbol *et al*, *J. Environ. Radioactivity* 68, 27–46, 2003

Radionuclides determined in the soil

Radionuclide	Humus	0–2 cm	2–4 cm	10–15 cm	15–20 cm
<i>Surface deposition (kBq/m²)—recalculated to April 1986</i>					
⁶⁰ Co	n.d.	1.7 ± 0.3	n.d.	n.d.	n.d.
¹²⁵ Sb	23.2 ± 3.1	15.5 ± 1.8	21.3 ± 3	n.d.	n.d.
¹³⁴ Cs	423 ± 40	307 ± 29	173 ± 18	n.d.	n.d.
¹³⁷ Cs	754 ± 70	530 ± 50	303 ± 29	10.9 ± 1	3.14 ± 0.3
¹⁵⁴ Eu	0.64 ± 0.08	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<i>Deposit (Bq/m²)—recalculated to April 1986</i>					
²³⁴ U	n.m.	135.4 ± 15.4	157.2 ± 24.2	n.m.	n.m.
²³⁸ U	n.m.	132.4 ± 15.2	142.4 ± 23.8	n.m.	n.m.
²³⁴ U/ ²³⁸ U		1.02 ± 0.16	1.10 ± 0.25		
²³⁸ Pu	10.4 ± 0.9	<11.2	<6.6	n.m.	n.m.
^{239,240} Pu	34.4 ± 2.5	22.0 ± 0.7	21 ± 1.1	n.m.	n.m.
²⁴¹ Pu	n.m.	2540 ± 300	n.m.	n.m.	n.m.
²³⁸ Pu/ ^{239,240} Pu	0.30 ± 0.03				
²⁴¹ Pu/ ^{239,240} Pu		115 ± 14			
<i>Surface deposition (Bq/m²)—date of measurement (2000)</i>					
²⁴¹ Am	n.m.	34.6 ± 5.1	n.m.	n.m.	n.m.

The errors are given for 1σ counting uncertainty. n.d., not detected; n.m., not measured.

原発周辺のサンプリング地点と空間線量率(2011年4月9-10日)



福島県いわき市内(福島第1原子力発電所まで約30km)



J-Village(第1原発の作業員の待機所)



福島第2原子力発電所前(第一原子力発電所まで10km)



福島第1原子力発電所まで4.1km(熊川)



福島第一原子力発電所まで1.0km



福島第一原子力発電所正門前の駐車場



原発から3km圏内は嚴重警備＋高空間線量



↑ GM管で「OVER」表示は見たことがない

←東電によるサンプリング作業のご支援

原発正門前の空間線量率(2011年4月10日当時)



汚染水タンク(左側)、森はすべて更地に



原発周辺の様子-浪江町請戸地区(1)



原発周辺の様子-浪江町請戸地区(2)



福島第一原子力発電所から8km北地点(12.4uSv/h)



空間線量率で示された値から「汚染」を評価する事はできない

- ▶ 多くの空間線量計にはエネルギー分解能がないので、核種を同定・定量することができない。
 - もともとは実験時に汚染検査用に使っていたもの。



日立アロカ社ウェブサイトより



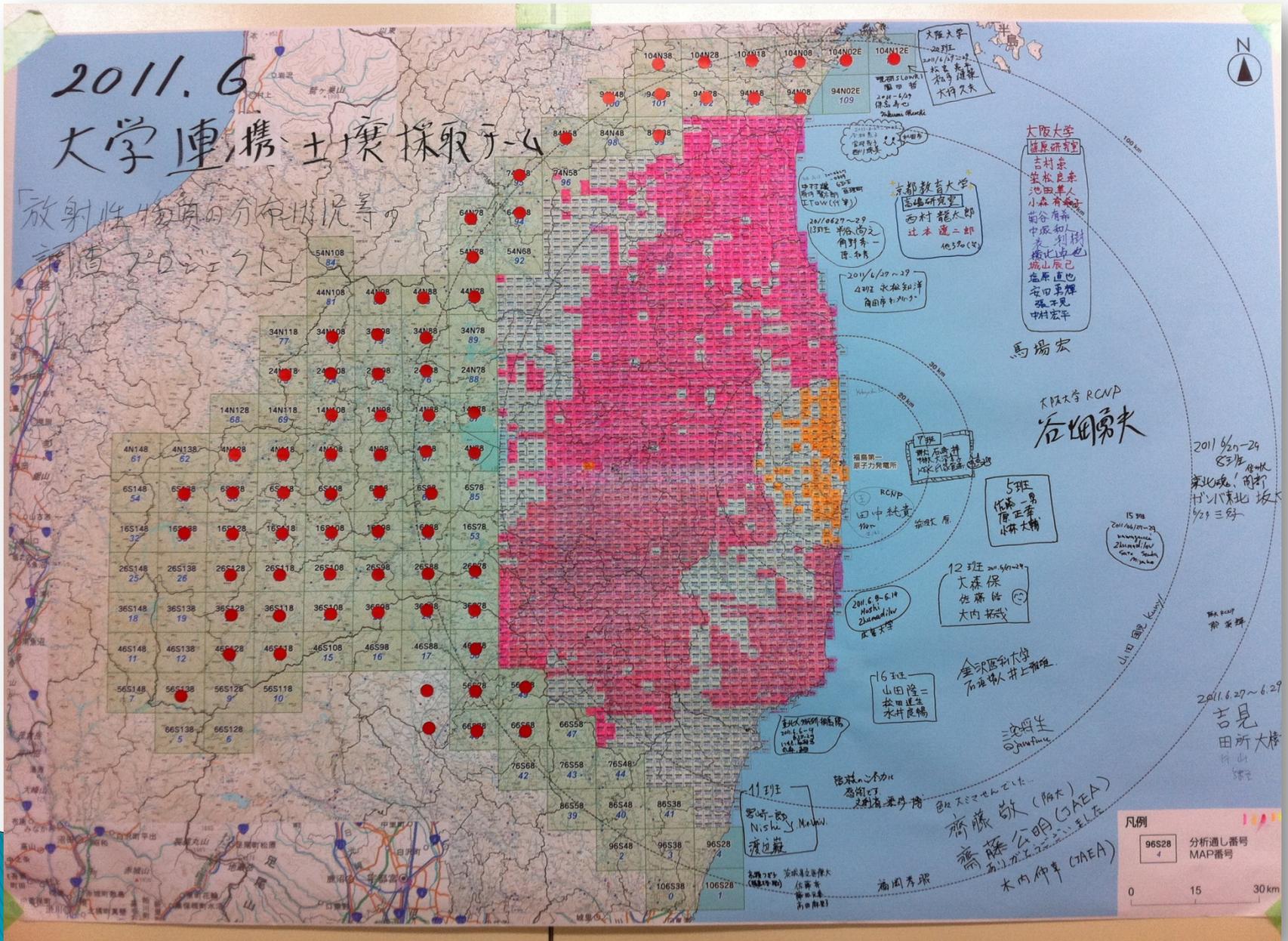
HORIBA社ウェブサイトより



原子炉から取り出したサンプルの放射能
(10/27, KUR)

- ▶ 人体への影響(Sv)を正確に求めるためには、核種の存在量を明らかにすることが重要
 - 実効線量係数は核種(+性別、年齢)によって異なる。

文科省主催の土壌採取プロジェクト(2011年6月)



放出された核種の予測(1)

▶ 保安院の予測

解析で対象とした期間での大気中への放射性物質の放出量の試算値 (Bq)

核種	1号機	2号機	3号機	放出量合計
Xe-133	3.4×10^{18}	3.5×10^{18}	4.4×10^{18}	1.1×10^{19}
Cs-134	7.1×10^{14}	1.6×10^{16}	8.2×10^{14}	1.8×10^{16}
Cs-137	5.9×10^{14}	1.4×10^{16}	7.1×10^{14}	1.5×10^{16}
Sr-89	8.2×10^{13}	6.8×10^{14}	1.2×10^{15}	2.0×10^{15}
Sr-90	6.1×10^{12}	4.8×10^{13}	8.5×10^{13}	1.4×10^{14}
Ba-140	1.3×10^{14}	1.1×10^{15}	1.9×10^{15}	3.2×10^{15}
Te-127m	2.5×10^{14}	7.7×10^{14}	6.9×10^{13}	1.1×10^{15}
Te-129m	7.2×10^{14}	2.4×10^{15}	2.1×10^{14}	3.3×10^{15}
Te-131m	<u>2.2×10^{15}</u>	<u>2.3×10^{15}</u>	<u>4.5×10^{14}</u>	<u>5.0×10^{15}</u>
Te-132	<u>2.5×10^{16}</u>	<u>5.7×10^{16}</u>	<u>6.4×10^{15}</u>	<u>8.8×10^{16}</u>

使用している燃料(UO₂ or MOX)、経過時間、放出経路によって値は異なる

放出された核種の予測(2)

使用している燃料(UO₂ or MOX)、経過時間、放出経路によって値は異なる

Ru-103	2.5×10^{09}	1.8×10^{09}	3.2×10^{09}	7.5×10^{09}
Ru-106	7.4×10^{08}	5.1×10^{08}	8.9×10^{08}	2.1×10^{09}
Zr-95	4.6×10^{11}	1.6×10^{13}	2.2×10^{11}	1.7×10^{13}
Ce-141	4.6×10^{11}	1.7×10^{13}	2.2×10^{11}	1.8×10^{13}
Ce-144	3.1×10^{11}	1.1×10^{13}	1.4×10^{11}	1.1×10^{13}
Np-239	3.7×10^{12}	7.1×10^{13}	1.4×10^{12}	7.6×10^{13}
Pu-238	5.8×10^{08}	1.8×10^{10}	2.5×10^{08}	1.9×10^{10}
Pu-239	8.6×10^{07}	3.1×10^{09}	4.0×10^{07}	3.2×10^{09}
Pu-240	8.8×10^{07}	3.0×10^{09}	4.0×10^{07}	3.2×10^{09}
Pu-241	3.5×10^{10}	1.2×10^{12}	1.6×10^{10}	1.2×10^{12}
Y-91	3.1×10^{11}	2.7×10^{12}	4.4×10^{11}	3.4×10^{12}
Pr-143	3.6×10^{11}	3.2×10^{12}	5.2×10^{11}	4.1×10^{12}
Nd-147	1.5×10^{11}	1.3×10^{12}	2.2×10^{11}	1.6×10^{12}
Cm-242	1.1×10^{10}	7.7×10^{10}	1.4×10^{10}	1.0×10^{11}
I-131	1.2×10^{16}	1.4×10^{17}	7.0×10^{15}	1.6×10^{17}

放出された核種の予測(3)

使用している燃料(UO₂ or MOX)、経過時間、放出経路によって値は異なる

I-132	<u>1.3 × 10¹³</u>	<u>6.7 × 10⁰⁶</u>	<u>3.7 × 10¹⁰</u>	<u>1.3 × 10¹³</u>
I-133	<u>1.2 × 10¹⁶</u>	<u>2.6 × 10¹⁶</u>	<u>4.2 × 10¹⁵</u>	<u>4.2 × 10¹⁶</u>
I-135	<u>2.0 × 10¹⁵</u>	<u>7.4 × 10¹³</u>	<u>1.9 × 10¹⁴</u>	<u>2.3 × 10¹⁵</u>
Sb-127	<u>1.7 × 10¹⁵</u>	<u>4.2 × 10¹⁵</u>	<u>4.5 × 10¹⁴</u>	<u>6.4 × 10¹⁵</u>
Sb-129	<u>1.4 × 10¹⁴</u>	<u>5.6 × 10¹⁰</u>	<u>2.3 × 10¹²</u>	<u>1.4 × 10¹⁴</u>
Mo-99	<u>2.6 × 10⁰⁹</u>	<u>1.2 × 10⁰⁹</u>	<u>2.9 × 10⁰⁹</u>	<u>6.7 × 10⁰⁹</u>

※出典：原子力安全に関する IAEA 閣僚会議に対する日本国政府の報告書-東京電力福島原子力発電所の事故
について-（平成23年6月）原子力災害対策本部

注) Te-131m、Te-132、I-132、I-133、I-135、Sb-129、Mo-99 のデータに誤りが判明したため、下線のとおり
平成23年10月20日に訂正しました。

原発周辺で観測された核種

^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs , $^{110\text{m}}\text{Ag}$,
 ^{132}Te , ^{132}I , ^{140}Ba , ^{140}La ,
 ^{89}Sr , ^{89}Y , ^{95}Zr , ^{95}Nb ,
 ^{239}Np , ^{59}Fe

Shozugawa et al., 2012

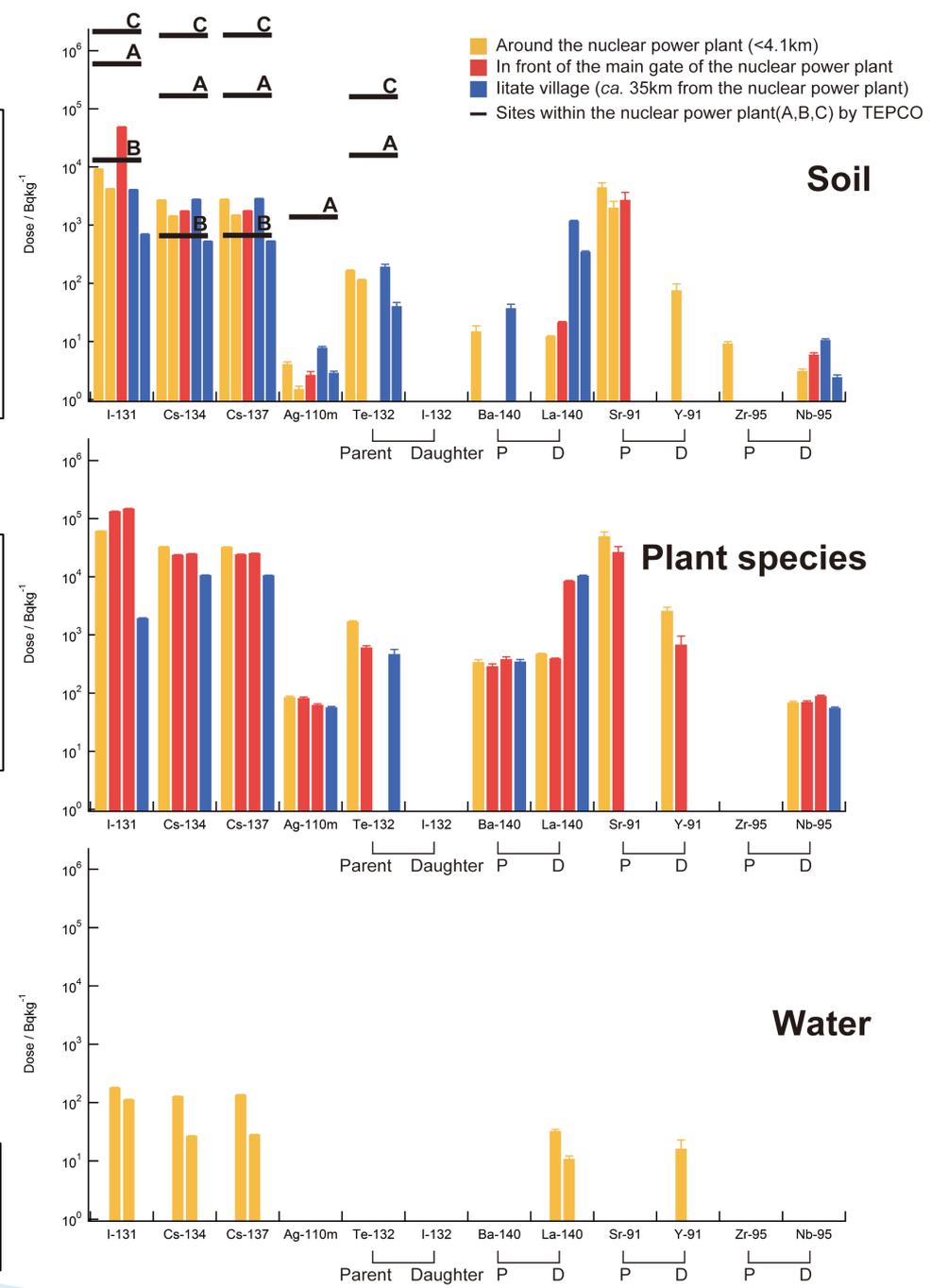
^{125}Sb , $^{127\text{m}}\text{Te}$, $^{129\text{m}}\text{Te}$,
 ^{136}Cs , ^{141}Ce , ^{144}Ce , ^{54}Mn ,
 ^{58}Co , ^{60}Co , $^{114\text{m}}\text{In}$

小島ら, 2011,2012

^{241}Pu

Zheng et al, 2012

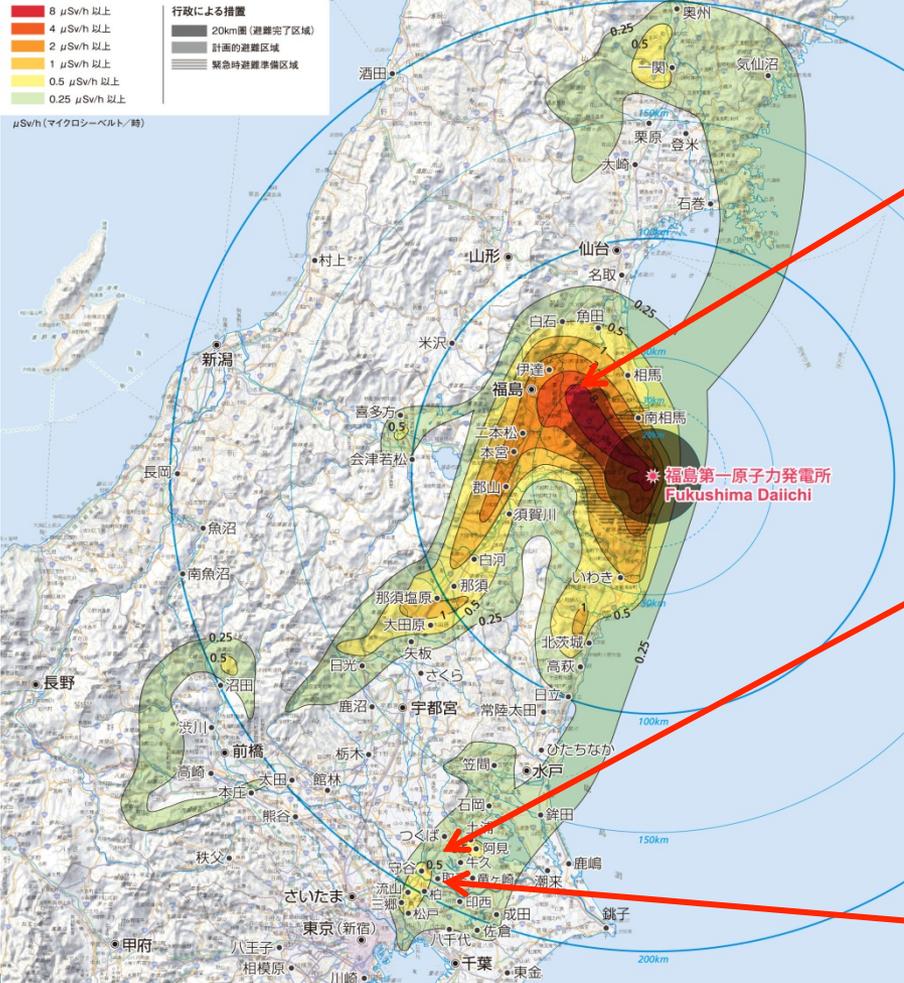
関東圏を含めた ^{90}Sr の拡散については
現在国際誌に投稿中です(小豆川)。



原発北西方向の汚染と「ホットスポット」

福島第一原発から漏れた放射能の広がり
Radiation contour map
of the Fukushima Daiichi accident

国・自治体の計測値7000余りを@mnistarさんがプロットした地図を見て、この等値線を引きました。



早川由紀夫教授(群馬大学)作成、7月26日版

三訂版 7月26日 (初版4月21日)
等値線作成: 早川由紀夫 (群馬大学) (kipuka.blog70.fc2.com/
@mnistarさんの地図 (www.mnistar.com/gmap/fukushima.html)
Contour lines drawn by Yukio Hayakawa (Gunma Univ.),
Source: @mnistar
地図製図: 萩原任知子
背景地図には電子国土ポータル (portal.gyoberjapan.jp) の地図を使用しました。

「ホットスポット」の北端(茨城県守谷市)

	場所	^{134}Cs (Bq/kg)	^{137}Cs (Bq/kg)	
1.	幼稚園	雨樋直下	215,150 ±804	251,700 ±914
2.	幼稚園	園庭中央	793 ± 21	924 ± 24
3.	幼稚園	園庭端遊具下	10,530 ± 88	12,300 ±103
4.	一般家庭	庭土	2,609 ± 50	3,050 ± 57
5.	里山1	湿地帯	9,990 ± 89	11,570 ±108
6.	里山2	湿地帯	15,340 ±101	17,910 ±102

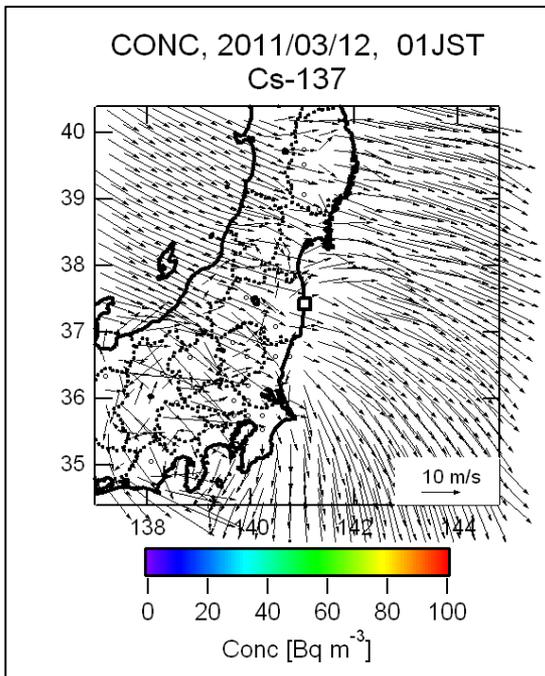
- ▶ 濃縮地点では0.2MBq/kg(^{137}Cs)の放射能
 - ▶ 飯舘村長泥で得られた値(0.07MBq/kg)を越える
- ▶ 風雨や排水によって徐々に濃縮
 - ▶ どこまで濃縮するのか、現時点では不明

「ホットスポット」の南端(東京都江戸川区)

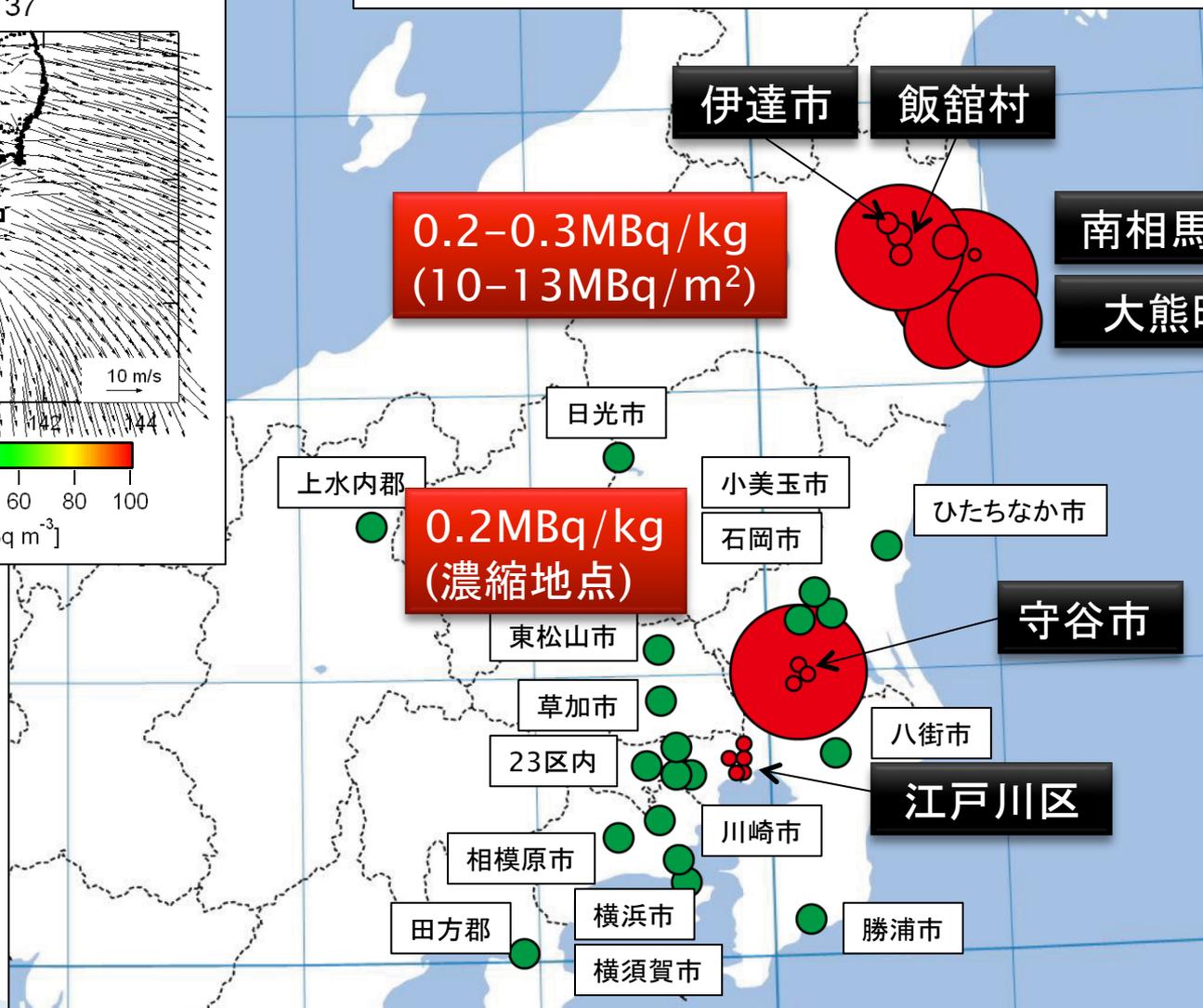
場所	^{134}Cs (Bq/kg)	^{137}Cs (Bq/kg)
1. 公園中央	713 ± 28	700 ± 27
2. 1.の公園排水溝	11,220 ± 129	13,390 ± 152
3. 公園(吹きだまり)	6,510 ± 122	6,420 ± 117
4. 水再生センター(排水溝脇)	6,780 ± 124	6,810 ± 120
5. 公園(吹きだまり)	2,926 ± 58	3,453 ± 67

- ▶ 江戸川区全体に700Bq/kg程度の ^{137}Cs がフォールアウト
 - 目黒区では300-350Bq/kg(^{137}Cs)
- ▶ 江戸川区でも排水溝などで濃縮
 - 風雨や排水によって濃縮することは地点を選ばない

広域的な¹³⁷Cs拡散(福島 - 静岡)



チェルノブイリ事故の強制移住区分基準 1.48 MBq/m²



ホットスポットの濃縮地点は飯舘村長泥を超え原発前に匹敵

あちらこちらで濃縮のニュースが

- ▶ **横浜でストロンチウム検出 福島第1原発100キロ圏外では初**
 - 横浜市港北区のマンション屋上の土砂などの堆積(たいせき)物から、放射性物質のストロンチウム90が民間の検査機関の測定で検出され、横浜市が同区の土砂について検査を実施していることが12日、横浜市への取材で分かった。近く結果が報告される。福島第1原発から100キロ圏外で検出されるのは初めて。(MSN産経ニュース10月12日報道)

- ▶ **高線量の柏、高濃度セシウム検出 原発由来？土壌が類似**
 - 千葉県柏市の市有地で毎時57.5マイクロシーベルトの高い空間放射線量が測定された問題で、市は22日、現場の地下30センチの土壌から1キロあたり27万6千ベクレルの放射性セシウムを検出したと発表した。濃度の高さを重くみた文部科学省は、23日に現地に専門家らを派遣し、土壌の状態や周囲の状況、他にも高い線量の場所があるかどうかなどを調べる。(朝日新聞10月22日報道)

横浜市の例

横浜市港北区のマンション屋上の堆積物について

横浜市港北区のマンション(5階建て)の屋上の溝の堆積物を集めて核種分析しました。



柏市の例...文科省とJAEAの調査(10月23日)



千葉県柏市根戸で $57\mu\text{Sv/h}$ の空間線量率

取材合戦...(ざっと50名ほど)



高線量を確認した場所(排水溝の破損箇所)

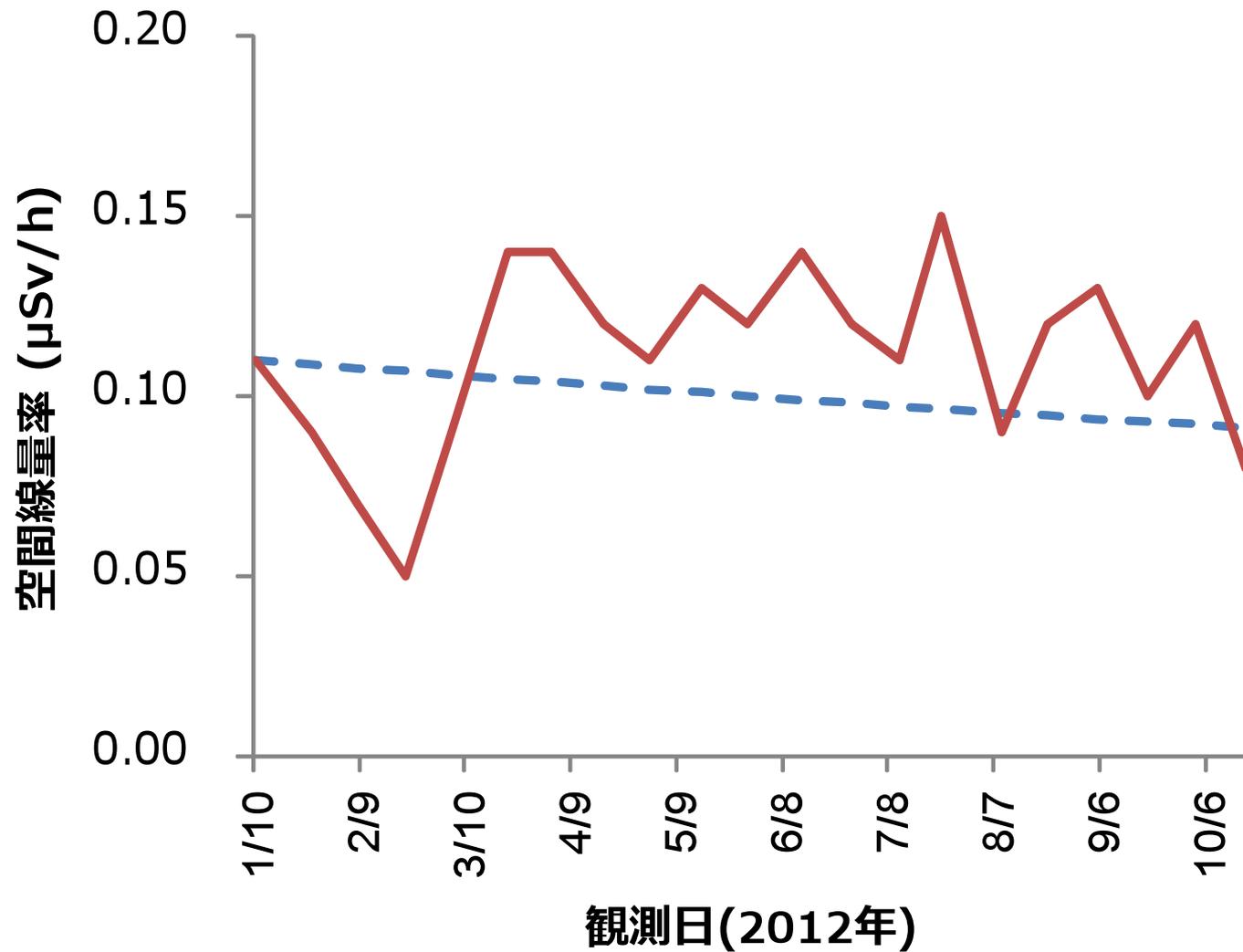


雨で濃縮した例2(岩手県奥州市)



奥州市のとある道ばた
地表5cmで4uSv/h

岩手県奥州市内のグラウンド中央の空間線量率

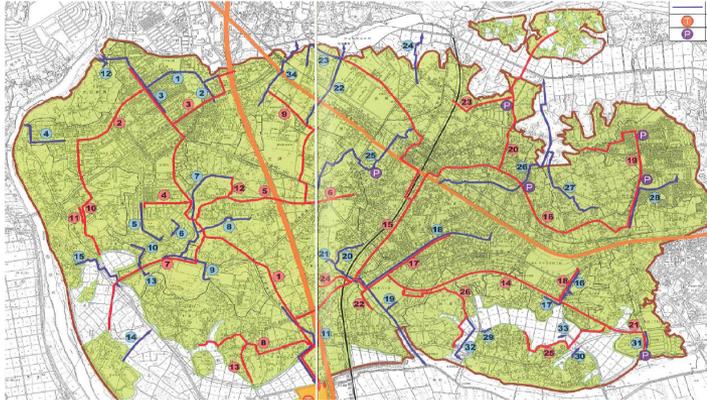


— 物理的減衰 — 放射性セシウムに起因する空間線量率

濃縮の顕著な例-茨城県守谷市

守谷市雨水・下水幹線

市役所作成のパンフレットから転載



都市部に降った雨水は地下雨水幹線を通して周辺部の河川・遊水池・水路に放出される。

【北守谷雨水幹線】

青色1, 2, 3, 12: 新守谷-鬼怒川ルート, 5, 6: 北守谷野球場ルート

【南守谷雨水幹線】

青色26: 守谷郵便局ルート, 27: 愛宕中学校ルートの合流先, 16, 17: 南守谷野球場ルート, 18-21: 松ヶ丘ルート

公園は雨天時の調整池として活用



雨天時



住宅地からの雨水の処理



プロムナード水路
全長1.2km
(地上部のみ)

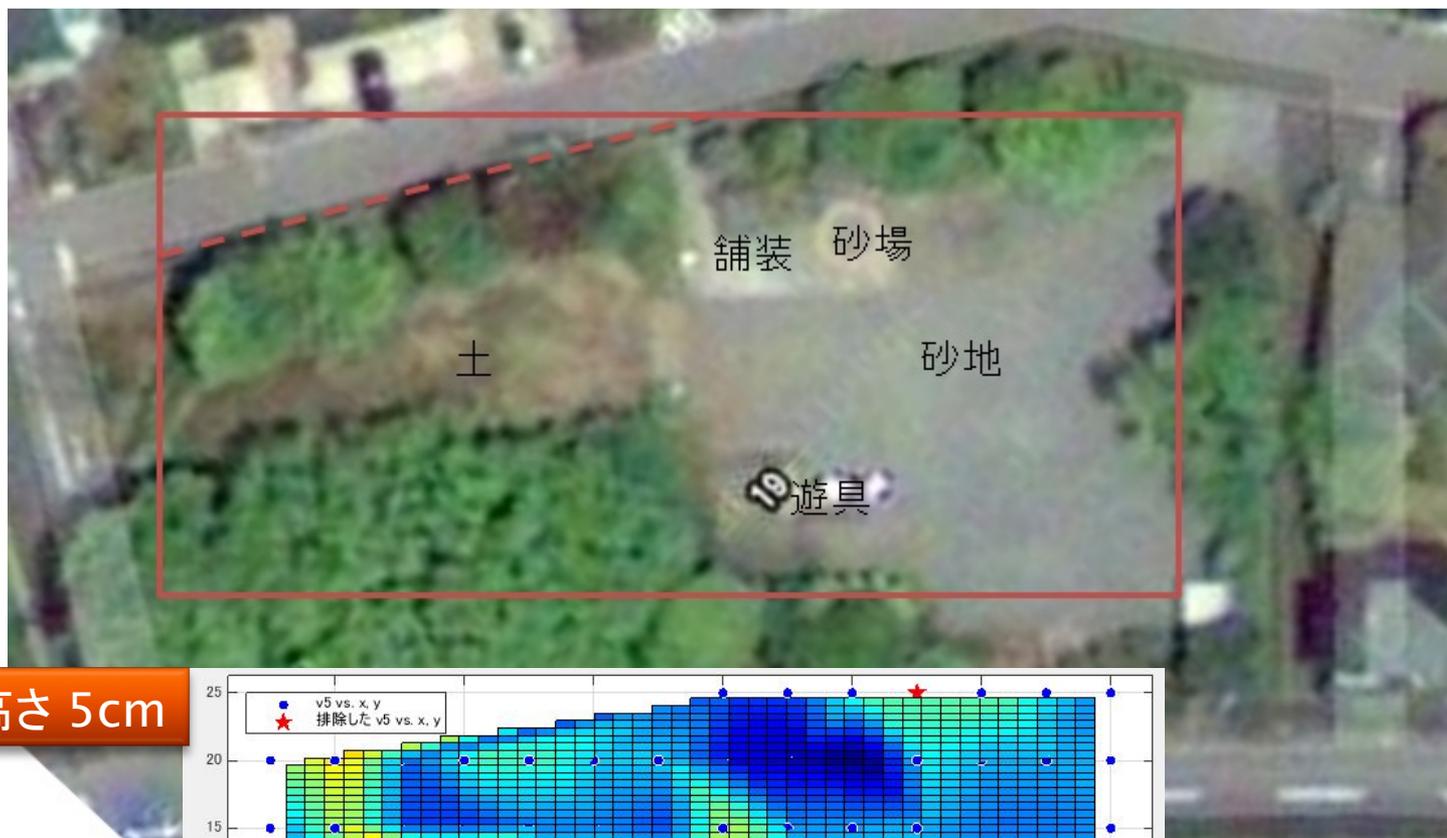
プロムナード水路に雨水
を排出する地域
面積約1.9km²

城址公園
水路下流に位置

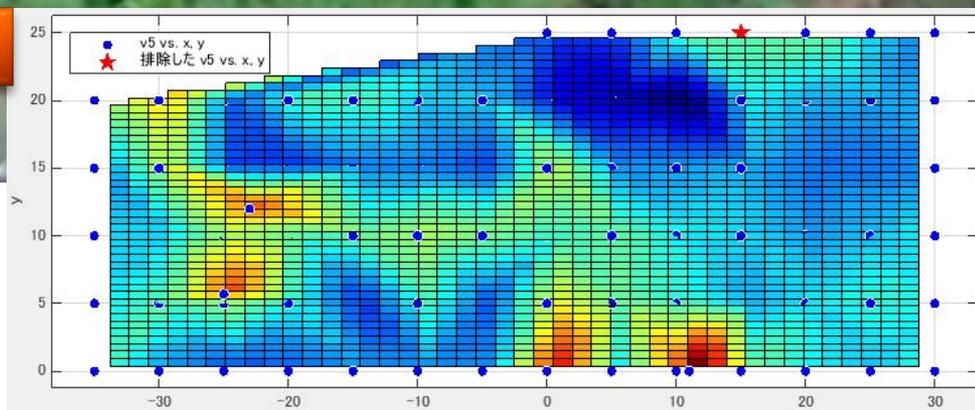
これまでに測定してきた守谷市内の
地点

市役所周辺(大柏)・プロムナード水路・城址公園・愛宕中裏手・郵便局・松ヶ丘・五反田川・みずき野・けやき台公園など...

公園での線量マッピング(守谷市松ヶ丘そよかぜ公園)

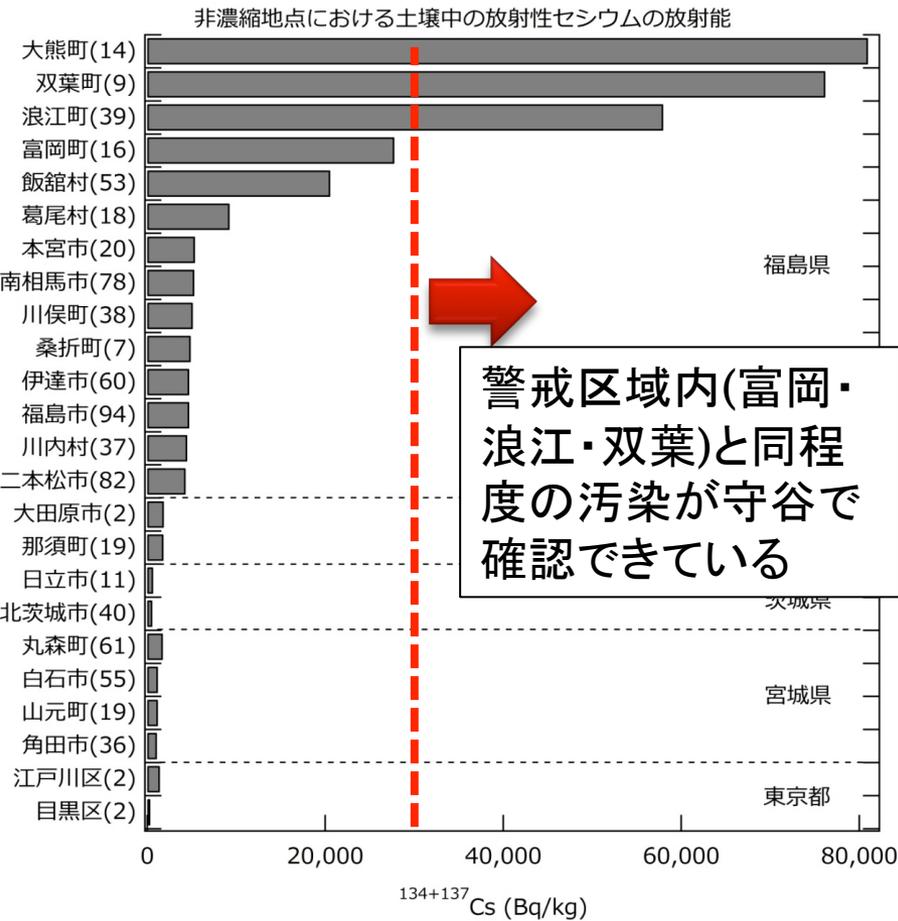


高さ 5cm



同じ敷地の中でも放射性物質による汚染はまだら。

水路における放射性セシウムの濃縮*



1. 市町村名の後の(カッコ)内の数字はサンプル数であり、ここではその平均値を示した。
 2. 土壌サンプルの採取は2011年6月から7月であり、採取時点で半減期補正を行っている。
 3. 文部科学省から提供された値に筆者の測定結果を加えた。

濃度 (Bq/kg)	堆積物・表層5cm	
	空間線量率 (μSv/h)	立ち入り規制
17,200	2.04	無
43,700	1.49	無
12,500	1.45	無
18,700	1.90	無
9,060	0.60	無
14,400	1.04	無
71,400	2.72	無(一部有り)
14,700	3.25	無
15,200	1.91	有
30,500	1.75	有
28,200	3.70	有
13,500	1.30	無

*小豆川勝見, 科学,82(10), 1059, 岩波書店

いわゆる「ホットスポット」ではなく水路全体が「ホットエリア」として汚染されている

放射性セシウムが集まる「濃縮」とは

▶ 2011年12月12日「NHKクローズアップ現代」



毎週月-木曜放送 **総合** 午後7時30分-午後7時56分(再放送はありません)

ホーム 放送予定 **これまでの放送** ウェブ特集 動画 スタッフの部屋 番組紹介

これまでの放送

No.3133 2011年12月12日(月)放送



※NHKサイトを離れます

知られざる“都市濃縮”

新興都市で異変が



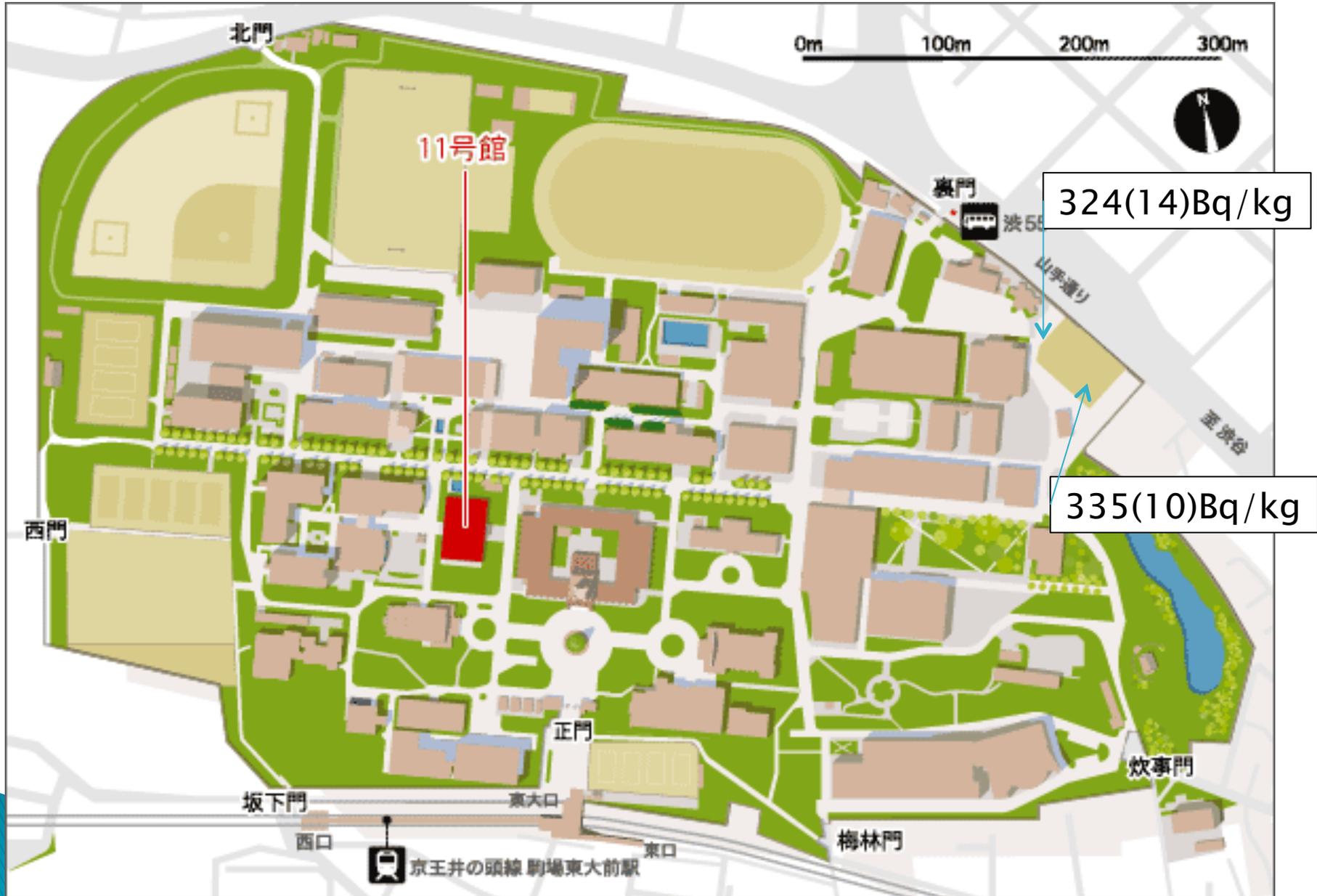
福島第一原発からおよそ180キロ。人口6万人余りの新興都市茨城県の守谷市です。市民の依頼を受け放射性物質の測定を行っている東京大学助教の小豆川勝見さんです。これまでのホットスポットより高い放射線量が検出されたとき駆けつけました。



住宅地に隣接するこの公園。国が除染の目安としている値の6倍近い放射線量が検出されました。「1.3マイクロシーベルトくらいです。」守谷市が定期的に行っている測定結果によると、市内の(ほとんどの)場所では放射線量が下がりに続いています。しかし10月この公園を測定すると広い範囲で除染の目安を上回る高い値が検出されたのです。小豆川さんは土壌を採取し、調査。1キログラム当たり2万6000ベクレルという高い放射性セシウムが検出されました。「福島第一原子力発電所の半径20キロ以内の警戒区域の中にあるような値が、とどころで確認されるというのがやっぱり衝撃的で。どうしてこの値が出たのか分からない。」

●放射性物質集める都市のメカニズム
都市に放射性物質を集めるメカニズムがあるのではないかと。

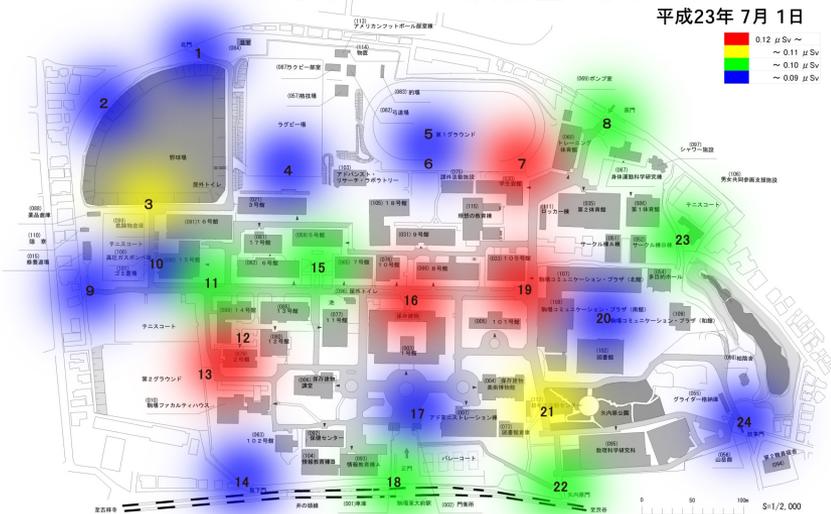
駒場キャンパス内の環境試料中の放射能



雨風による放射性物質の移動

駒場 | キャンパス空間線量マップ

平成23年 7月 1日



事故から4ヶ月後

駒場 | キャンパス空間線量マップ

平成24年 9月 4日



事故から1年6ヶ月後

空間線量率の減衰は放射性物質(主に ^{134}Cs)よりも早い。

舗装されている場所は、想定以上に速く雨風によって移動している。
「天然の除染」とも考えられる

課題(化学分野#2)

- ▶ 本講義では茨城県守谷市の「都市濃縮」を例に挙げ、雨樋の「ホットスポット」から河川への「ホットエリア」へと放射性物質が移行している状況を解説した。
- ▶ 拡散が進めば進むほどあるほど、濃縮も進行する。
- ▶ 放射性セシウムの特性を考慮した上で、このような地域では、どのような被曝管理体制が有効であるか考察せよ。

次回の内容

- ▶ シミュレーションと放射能の比較
 - SPEEDIをはじめとした拡散シミュレーションと実際の環境試料の放射能を各種別に比較
 - 陸域/海域のシミュレーション
 - モニタリングポストの空間線量値の推移

- ▶ 放射性核種はどのように環境中で移動するのか
 - 環境中では「核種」というよりも「元素」として振る舞う。
 - 放射性セシウムは10年後にどうなっているのか。
 - そのほかの核種は将来どのように移動するのか。

- 最新のデータとともに紹介する。