

調べてなっとくノート

日頃の疑問を解決するために
かなり難しい話を...
(ある程度勉強されていて
もっと知りたい方向け)

放射線の性質

- 今回の事故で問題になったガンマ線...
- 空気中をガンマ線はどこまで飛ぶのかな？
 - 交差点の線量が高いのは？
- 除染の範囲を広げると線量はどの程度下がるの？

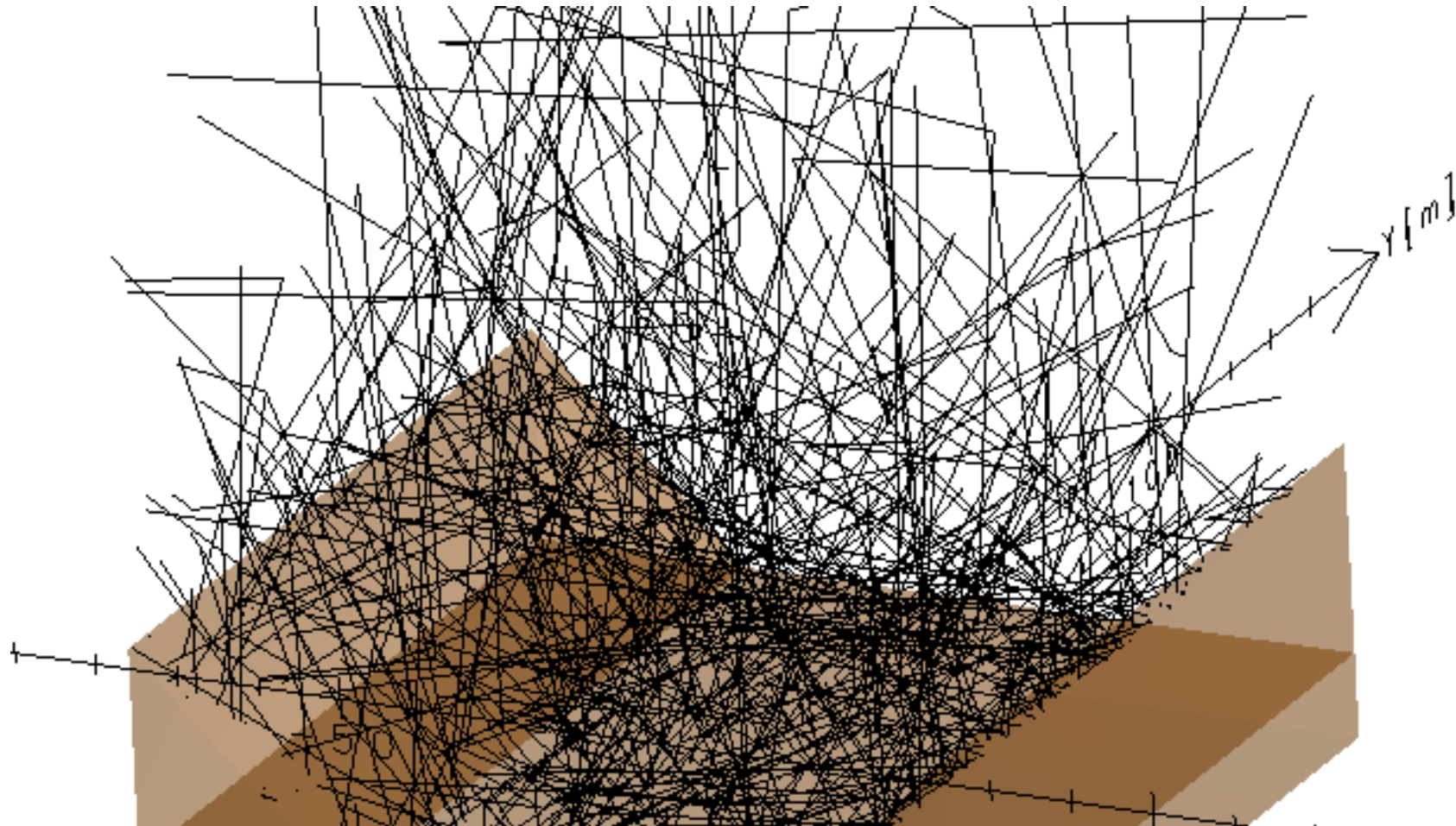
同じ方向に飛ぶ放射線で

Cs-137のガンマ線が
10%に減るのは...

同じ方向に飛ぶ放射線で

- Cs-137のガンマ線が10%に減るのは...
 - 空気中だと250m
- Cs-137のガンマ線が1%に減るのは...
 - 空気中だと490m

谷間でのシミュレーション



コンクリートや土は？

土で覆うと放射線をさえぎる
仮置き場では土の覆いが必要？

コンクリートや土は？

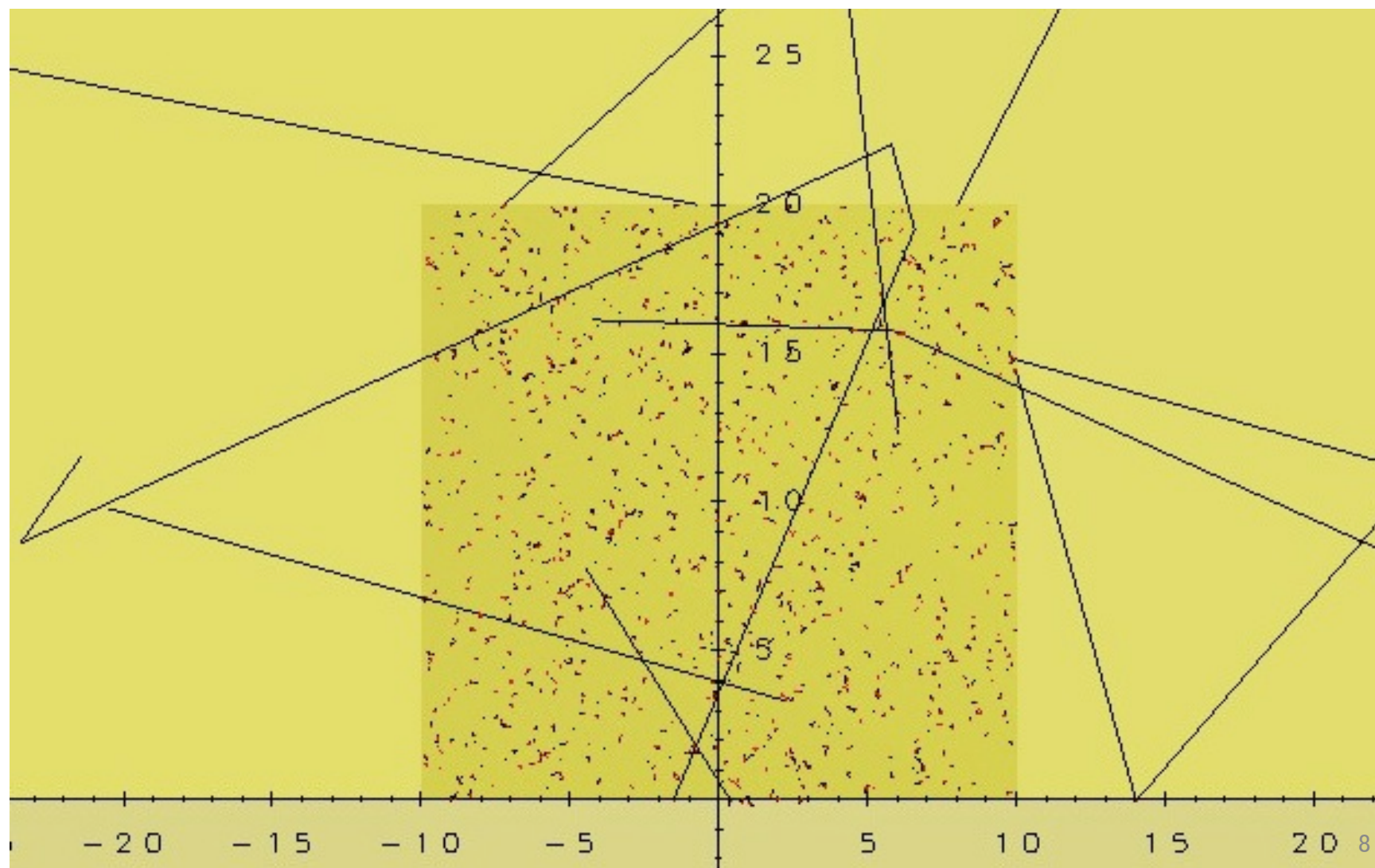
- コンクリート
 - 0.3m (=30cm) で10%に
 - 0.45m (=45cm) で1%に
- 土は放射線を吸収する
 - ガンマ線の止めやすさは重さに比例
 - 何故なら電子と相互作用するから
 - 相互作用とはエネルギーの受け渡し
 - ガンマ線は電子をはじき飛ばす
 - 電子をはじき飛ばして、ガンマ線はなくなる

重たさは原子核に由来、重たい元素(例えば鉛)は原子核が重たい。

重たい原子核の周りには電子がたくさん。

軽い原子核がたくさんあってもシールドになる(水プール)。たくさん原子核があると電子もたくさんある。⁷

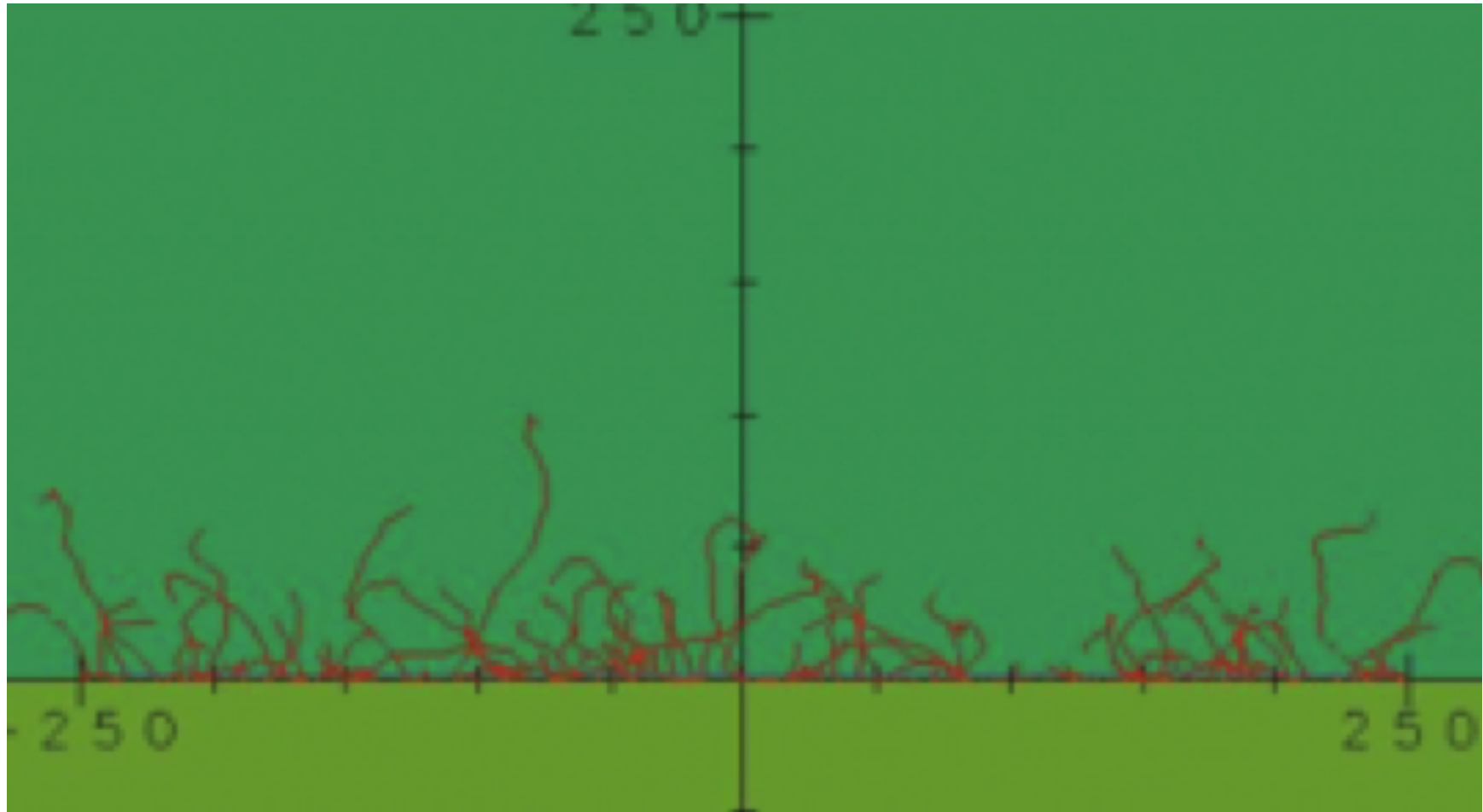
仮置き土壤中の Cs-137からの放射線



ベータ線は問題ではない？

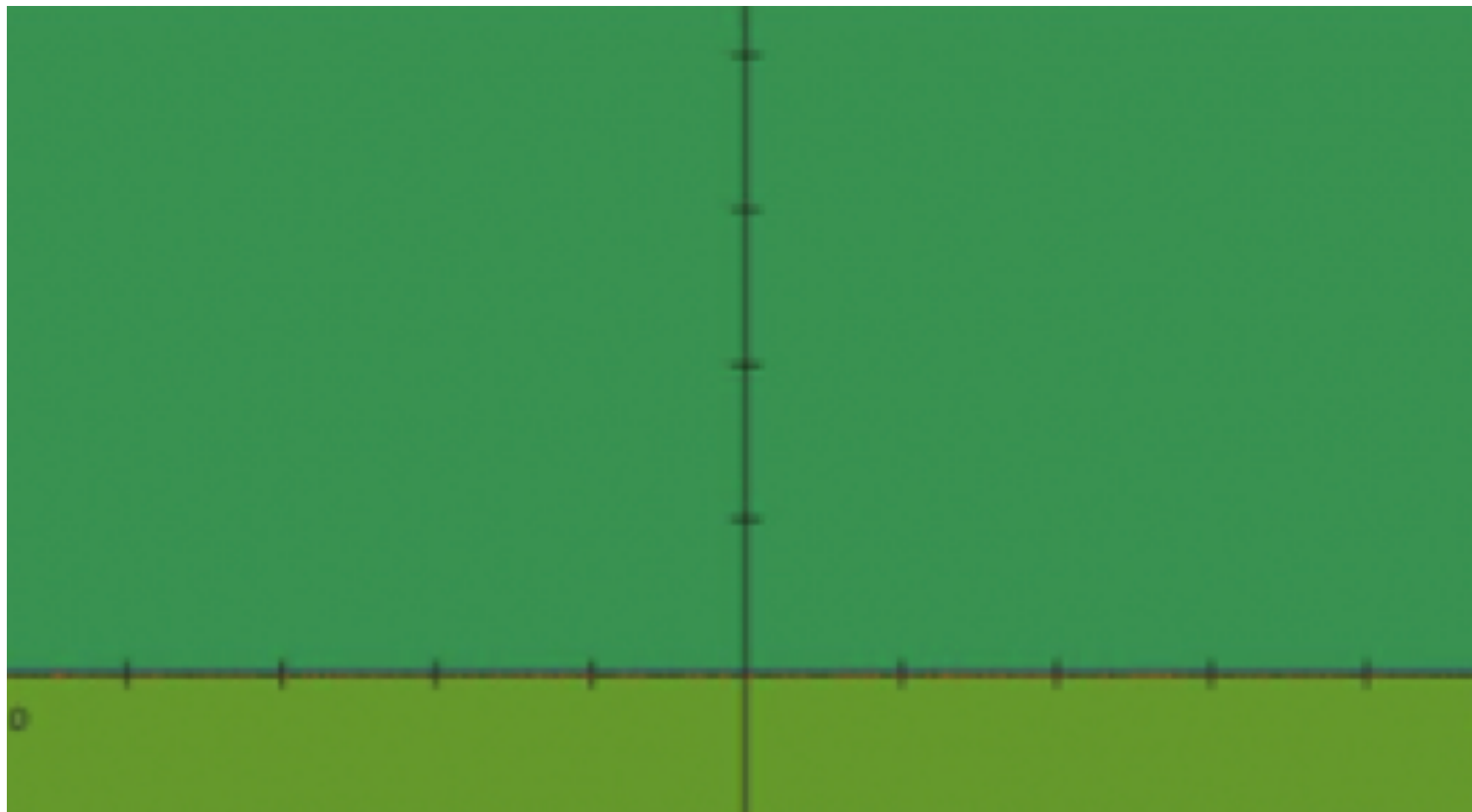
今回の事故で問題になった
ガンマ線...

地表の放射性セシウムからの β 線



電子の飛跡を色を変える必要あり

1cmの亚克力板があると...



ベータ線とガンマ線

- ベータ線
 - スピードが速い電子（光の速さに近い！）
 - 放射性セシウムから出る
- ガンマ線
 - 波長が短い光（紫外線よりも短波長）
 - 放射性セシウムから出る
 - 体の中でスピードの速い電子を作る
 - 外部被ばくと内部被ばくがシーベルトで比較可能
 - 内部被ばくは集まり方も配慮（ストロンチウム）
 - 外部被ばくは当たり方にも配慮

放射線の量

世界と日本の違い
(原発事故の影響を
示しているではありません)

調べてなっとくノート:24ページ

日本の特徴

世界平均と比べて

- 空気
 - ラドン
- 食品
 - ポロニウム
- 大地
 - ウラン(系列)
- 放射線の検査

ホール・ボディ・カウンター 全身計測器

内部被ばくを調べる検査

ご自身の線量を知っていますか？

その線量はセシウム〇〇ベクレル分？

調べてなっとくノート:27ページ

安全？

「売られている商品は安全」
でも食材が選択されている...

1mSv/y ?

(一年間の線量を1ミリ・シーベルトに)

- 健康に影響を与えるかどうか境目？
 - 誤：放射線防護はリスクは線量に比例と仮定
 - 1mSvは健康に影響があるかどうかの境目ではない
- 国の目標？
 - 理解できますか？
 - ご都合主義的？
 - 緊急時：20-100mSv
 - 現存被ばく状況：1-10mSv(の低い半分の中で)
 - 最適化を目指している(置かれた状況でのベストを)
 - これ以上にならないように
 - それを下回っても注意怠ってよい訳ではない
 - どこかで割り切りラインは必要そう...

どれだけ安全なら
十分に安全なのか？

どこまでも求めたい安全...

現実には...

そもそも安全基準とは？

- 「安全」とはリスクが受け入れられる程度
 - 受け入れられるリスクの大きさは主観に基づく
 - 客観的(あるいは科学的)に決定できない
- 安全のための指標とは、社会的合意に基づく暫定的な約束事(岸本(AIST)*)
 - 社会的な合意はおかれている状況にも依存
 - 食品の規格基準の例(5mSvから1mSvに)
 - 生産者側の意見にも配慮
 - 実現可能と判断
 - » さらなる工夫の余地は...

*) <http://www.aist-riss.jp/main/modules/introduction/atsuo-kishimoto.html>

要するに...

安全の基準は皆で決めるしかない

交通事故：年間死者数3000人を 安全目標（交通安全基本計画）

大気中や水道水中の化学物質では、
生涯曝露し続けても10万人に1人
以上ががんにならないように管理
（≒10ミリシーベルトの線量）

放射線ではどうする？

皆さんで決めるしかない

専門家は判断材料を提供できる

100%安全とは言えないので気長に
放射能の動向を見ていきたい

ある保育士の方からのコメント
長く付き合うしかない問題...

トナカイと淡水魚の基準

(事故から2年目、ノルウェー、子どもはこの半分)

放射能濃度	トナカイと淡水魚の摂取量 (年間)	摂取頻度
0.6 kBq/kg	100kg	週10食
1 kBq/kg	60kg	週6食
2 kBq/kg	30kg	週3食
3 kBq/kg	20kg	週2食
4 kBq/kg	15kg	2週間3食
6 kBq/kg	10kg	週1食
10 kBq/kg	6kg	2週間1食
15 kBq/kg	4kg	3週間1食
20 kBq/kg	3kg	月1食

kBqはキロ・ベクレル＝1,000ベクレル

〇〇しても大丈夫？

良いことを求めたいが...

リスクを考えないと...[辛い作業←外部支援)]

現実的な課題はリスクをどう避けるか？

ベストの選択をみんなで考える

いったいどうすべきか？

様々なオプションを探る
一番よいものを選択する

リスク・アセスメントや リスク・マネジメントのための 放射線の量への理解

今受けている量を知る

対策の効果を知る

でも、かなり難しい話...

線量が大きいのは何ですか？

- 外部被ばく（線源が体の外）
 - － 〇〇からの外部被ばく（畑、森林、衣服などの付着...）
- 内部被ばく（線源を体の中に取り込んだ...）
 - － 食べ物
 - － 空気（中の粉じん、気化したもの）
 - － 水
 - － 傷からの侵入
 - － その他

保護者の方にどう説明？

保育園の方針をどうやって決める？

意志決定のための援助？

結局、コミュニケーションの問題...

この研修でも扱います

気持ちの問題はかなり重要

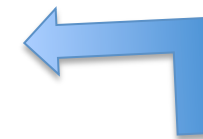
メンタル面でのセルフケアも
研修で紹介します

かなりの難問

なのでパワーを
結集させる必要がある
(負担だが...)皆で取り組むしかない

具体的課題を考える

強いストレス下での
曖昧な状況への対応



Asiya Odugleh-Kolev
先生の資料に基づく

さらに難しいお話...
余裕があるときにお考え下さい。
ご質問はいつでも歓迎します。

具体例1

埃を吸い込むことによる線量？

埃を吸い込んだ場合？

- 埃の濃度を30kBq/kgと仮定
 - 計測すれば確認できる
- 毎日200mg摂取(*1)
- 年間73g摂取(=2.2kBq)
- 年間摂取で60 μ Sv
 - 減らせるものは減らした方がよい？
 - 線量からリスクは推計可能だがリスク認知は主観的

(*1)環境省,土壤中ダイオキシンに関する検討会一次報告書,(1999)
Bq(ベクレル):一秒間に放射性物質が何個変化するか(放射性物質は変化するとき放射線を出す。空気中のラドン濃度は100-10Bq/m³程度)

マスクの測定例

- 実着用した不織布製マスクに付着したスギ花粉と放射性セシウムの定量分析
- 福島県での最大値(2012.3/18-24)
 - Cs-134: 3 Bq
 - Cs-137: 4 Bq
- 吸入による線量は0.2マイクロシーベルト

東京大学アイソトープ総合研究所の桧垣正吾先生らの発表
日本放射線安全管理学会第11回学術大会
マイクロはミリの千分の1

事例2

自家製野菜・自家製コメ

自治体からの公表例

伊達市による自家消費農産物のモニタリング調査結果

厚生労働省による食品中の放射性セシウムの基準値:100ベクレル/kg

- 測定結果はあくまで放射性物質を簡易測定した数値であり、出荷あるいは販売等の目安となる数値ではありません。
- 検査会場によって分析器の機種が異なります。また、機種や農産物によって測定検出限界値が異なります。
- 表記について:「-」は検出せすを意味し、セシウム含有量を検出できる数値以下だったことを示しています。

検査件数のうち1件でも検出限界値以上の「セシウムが検出された」農産物

県のモニタリング検査で出荷制限になっている農林産物およびその加工品については、この表に掲載していません。出荷制限になっている農林産物でも、市のモニタリング検査は実施をしています。

(単位:ベクレル/kg)				
地区	農産物	件数	最小値	最大値
伊達	キウイフルーツ	2	-	22.2
	ダイコン葉	1	4.4	4.4
	柿	2	15.2	15.4
	玄米(新米)	3	4.4	6.9
	大豆	1	13.5	13.5
伏黒	カボチャ	1	37.0	37.0
	キウイフルーツ	2	-	37.8
	干ダイコン	1	48.1	48.1
梁川	ナガイモ	3	-	13.3
堰本	タウアン	1	6.8	6.8
	リンゴ	2	10.4	12.0
	精米(古米)	3	-	7.2
	精米(新米)	3	-	4.2
	米ヌカ	1	142.7	142.7
白根	キウイフルーツ	2	-	24.3
宮城	柿	2	-	12.0

(単位:ベクレル/kg)				
地区	農産物	件数	最小値	最大値
富成	トウガラシ	1	25.3	25.3
	ハクサイ	1	7.5	7.5
	ローリエ	1	632.3	632.3
	小豆	1	20.2	20.2
	大豆	4	-	24.2
柱沢	カボチャ	1	24.6	24.6
	ハクサイ	2	-	5.4
	柿	4	8.8	41.2
	小豆	5	14.5	34.2
	精米(古米)	1	34.2	34.2
大田	大豆	4	4.4	37.6
	キウイフルーツ	2	5.0	45.2
	柿	3	8.7	18.1
	大豆	2	22.3	31.1
	ハクサイ	3	-	4.1
	リンゴ	2	5.4	7.2

(単位:ベクレル/kg)				
地区	農産物	件数	最小値	最大値
掛田	精米(古米)	1	12.0	12.0
	大豆	4	-	18.0
霊山	キウイフルーツ	3	18.6	34.3
	サトイモ	1	13.3	13.3
	ホウレンソウ	2	4.8	15.2
	干芋	1	6.7	6.7
	玄米(新米)	3	-	6.7
	小豆	1	18.1	18.1
	精米(古米)	1	34.0	34.0
石戸	大豆	9	7.1	34.7
	柿	1	11.8	11.8
小国	リンゴ	1	12.3	12.3
	小豆	1	17.0	17.0
	大豆	2	-	89.0
	キウイフルーツ	2	23.0	38.0
	柿	1	18.0	18.0

福島県全体のデータ例

玄米

ふくしまの恵み安全対策協議会

放射性物質検査情報

福島県内で生産した玄米は、全量・全袋検査を実施し、食品衛生法に定める一般食品の基準値(100ベクレル/Kg)以下であることを確認し出荷しています。

検索結果

地域： 福島県全域（市町村別）
期間（検査日）： 2012年10月01日～2013年03月04日
検査点数： 9,579,091点

検索条件

地域の選択： 福島県全域（地域別）

福島県全域（市町村別）

検査日の選択： 期間を指定

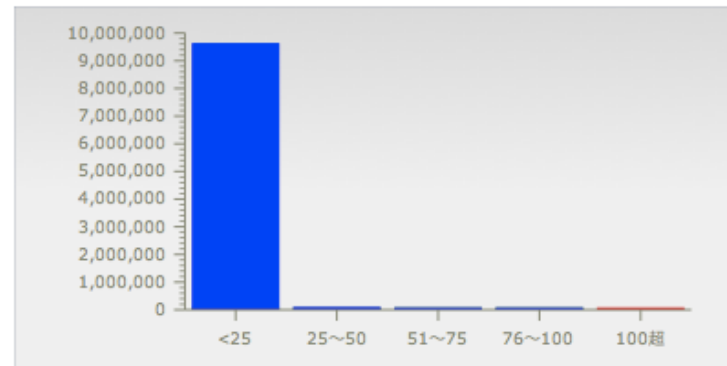
2012-10-1 から 2013-03-05

検索

集計結果

福島県全域（市町村別）検査点数9,579,091点

■スクリーニング検査 ■詳細検査 ■100ベクレル超



<スクリーニング検査>

	測定下限値 未満(<25)	25~50 ベクレル/kg	51~75 ベクレル/kg	76~100 ベクレル/kg	計
検査点数	9,498,362	19,824	1,373	72	9,519,631
割合	99.77 %	0.21 %	0.01 %	0.0008 %	99.99 %

<https://fukumegu.org/ok/kome/>

福島市でのWBC検査の結果

平成24年12月31日現在

検査結果の概要

検査結果

預託実効線量 1ミリシーベルト未満...38,296人（全員）

預託実効線量...成人では50年間、子供では70歳までに体内から受けるとされる内部被ばく線量

市健康管理検討委員会による見解

「健康に影響を与えるような数値ではない」

健康管理検討委員会...市医師会や市放射能対策アドバイザーなどで構成する委員会

その後の結果でも1mSvを超える
例は確認されていない

対策に役立てられるような結果は必要ないですか？

WBC:ホールボディカウンター、体内に取り込んだ放射性セシウムからの放射線(ガンマ線)を測ることで体内にある放射性物質の量を推計する検査。その結果から体内に取り込んだ放射性物質の量を推計して内部被ばく線量(ベータ線とガンマ線による)を求める。

代替手段は？

工夫の余地は？

どのような対策が
考えられますか？

今の対策の見直しは必要？

それらの対策で減らせる
線量の大きさは？

除染の場合の効果確認

事前に計算で評価できます

JAEA: 除染効果評価システム

<http://nsed.jaea.go.jp/josen/>

除染情報プラザが 情報を提供しています

ガンマカメラの撮影画像例



除染前

見学されては...



除染後

(菊池製作所提供)

その対策の問題点は？

総合判定は？

判断で困るところは？

困られるところは現場へ伺い
と一緒に考えさせて頂くことを
検討中です

放射線モニタリングへの疑問

いのちと自然を守る会筑豊



http://twitter.com/hiromi_8/status/237897241786998784

リアルタイム線量測定システム

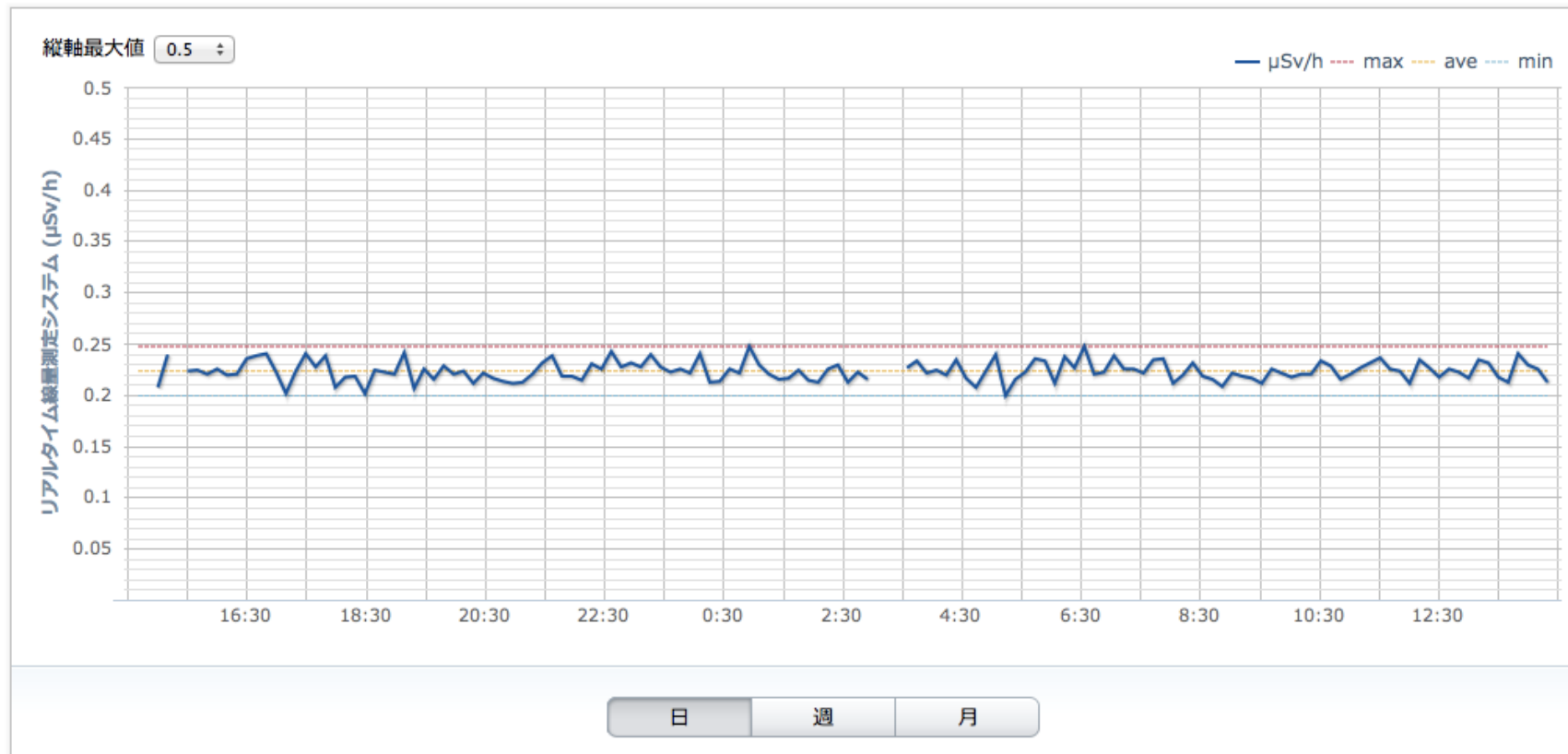
現在平均 $0.16[\mu \text{ Sv/h}]$ くらいだが、
日によって $0.15[\mu \text{ Sv/h}]$ になったり、
 $0.2[\mu \text{ Sv/h}]$ に上がったりしている

これは何による変化？
設置して1年近くになるが、
数値があまり変わっていない…

下がるには、
どの程度の期間が必要？

0.2から0.25 μ Sv/h？

● 福島東保育園の測定結果



※モニタリングポストは μ Gy/h（マイクログレイ毎時）で測定されていますが、
本ウェブサイト上では、1 μ Gy/h（マイクログレイ毎時）=1 μ Sv/h（マイクロシーベルト毎時）と換算して表示しています。

測定日時 ▼	放射線量 (μSv/h)
11/14 14:20	0.212
11/14 14:10	0.225
11/14 14:00	0.229
11/14 13:50	0.240
11/14 13:40	0.212
11/14 13:30	0.217
11/14 13:20	0.231
11/14 13:10	0.234
11/14 13:00	0.216
11/14 12:50	0.222
11/14 12:40	0.225

計測値の変動

何が原因？

風で飛んでくる？

再浮遊問題

再浮遊の評価

- 推計の方法

- モニタリング

- 福島県による定時降下物環境放射能測定結果

- <http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/list/283/list-1.html>

- 空气中濃度

- <http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/6000/5619/view.html>

- これらは施設で測ることが可能

- モデル計算

福島県による 定時降下物環境放射能測定結果

- 2013年4月の放射性セシウムの最大値
- $100\text{MBq}/\text{km}^2/\text{月} = 100\text{Bq}/\text{m}^2/\text{月}$
- 強風日を月に5日とすると...
 - 2013年4月で $10\text{Bq}/\text{m}^2$ を超えたのは5日間
 - 月に $200\text{Bq}/\text{m}^2$ 再浮遊により降下

200Bq/m²の降下をどう考えるか？

- 外部被ばくが増える
- 内部被ばくが増える

外部被ばく？

200Bq/m²の降下で増える外部線量

- 10m²の汚染時の高さ1mの線量率
 - 1.3[μSv/h]/[MBq/m²]
 - 0.3[nSv/h]/[200Bq/m²]
 - 空間線量のモニタリングでは観測できない
 - 他の方法では観測できる
- 1日10時間だと
- $0.3[\text{pSv/h}] \times 10[\text{h/d}] \times 365[\text{d/y}] \div 1\mu\text{Sv/y}$
- 毎月新たな降下が付け加わると、それに線量が追加

200Bq/m²の降下で増える内部線量

- 20mBq/cm²の降下
- 表層1cmが汚染すると...
- 12mBq/g
- 砂場遊びで20[mg/h]×10[h/d]×365[d/y]砂を摂取すると
- 年間で80[g/y]摂取するので
- 取り込む放射性セシウムの量は0.8Bq/y
- 増加の程度はWBCでは見つけられない

より大きな変動？

県北保健福祉事務所北側駐車場 (2012年12月4日まで)



福島県による検証と対策

- 県北保健福祉事務所の可搬型モニタリングポストの測定値が上昇傾向にある要因について(中間報告)
 - <http://www.pref.fukushima.jp/j/kenpoku-oshirase20121228.pdf>
- 県北保健福祉事務所の線量数値上昇で機器交換、ヒーター設置
 - http://www.minpo.jp/pub/topics/jishin2011/2013/01/post_5871.html

その後(～2012年3月4日)



リスクのとらえ方

リスクは、科学的に評価できる

どう感じるかは主観的...

不信感を取り除くには？

藤田が聞く！！ コープふくしま専務理事 野中俊吉さん

共有

▼ 詳細情報

ふくしま新発売。



<http://www.new-fukushima.jp/archives/12215.html>

現場での取り組みの意義

- 科学的・理論的に正しいから受け入れろと言われても、現実には残念ながら不安が解消されるわけではありません。共に考え共に学ぶ・情報の共有と意思疎通をはかるといったスタンス、いわゆる「リスクコミュニケーション」は、特殊な環境下にある福島県の復興を考える上で、非常に大きな要素になると強く思いました。

ご質問やコメントをお願いします

Trustrad.sixcore.jp

以下は参考資料です

みんなで考えるとは？

- 専門家だけで「安全基準」や防護対策が決定できない
- みんなで考えることの準備は最優先課題
- 既存のネットワークを活用し、効率を上げ、対話促進
- 動機付けが重要
- 進め方の合意を得ることが重要
- 場合により、技術に長けたコミュニケーションの専門家が必要
- 幅広い領域の関係者の関与が不可欠

どのような研修が必要？

時間をかける

業務に負担にならないように...

国立保健医療科学院では原発事故対応をテーマにした
遠隔教育を実施します

遠隔研修：平成25年10月15日～平成25年10月27日

集合研修：平成25年10月28日～平成25年10月30日

研修のプログラム構成案

ご意見をお願いします

- 放射線リスク・アセスメントやマネジメント
 - 放射線の量
 - 対策の必要性や有効性、トレードオフ
- コミュニケーション
 - どう伝えるのか、どう向き合うのか？
- 心理的問題
 - 災害時の心理的影響とは？
 - 不安障害のマネジメントとは？（保健師向け）
 - 職員の心のケア

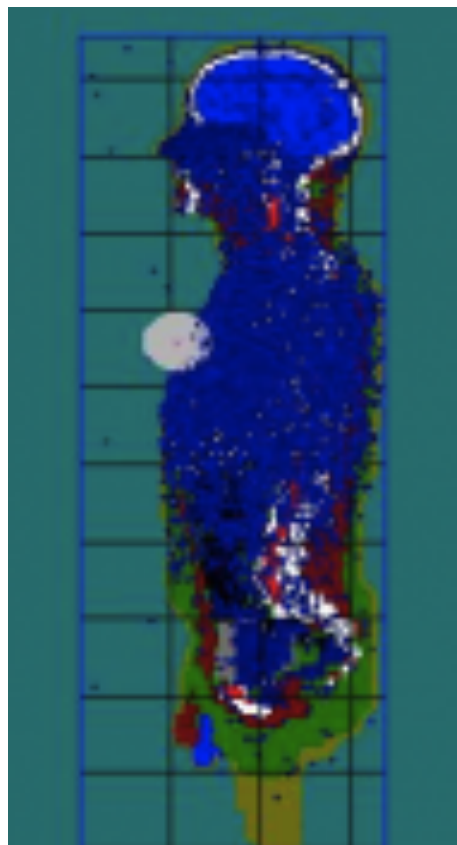
判断材料？

次の時代のリスク評価のあり方を
考える研究会

<http://www.t-yasu.net/RiskWork/>

衣服に付いた
放射性セシウムからの線量？

衣服についての ^{137}Cs からの線量 (距離の逆二乗:ぎゃくじじょう)?



砂場のCs-137が10kBq/kg
服に砂が1g付いた場合(10Bq)の線量は?
距離が1mmだと1mの場合の百万倍?

- ・放出するエネルギーから計算($\text{Gy}=\text{J/kg}$)
- ・体に入射する放射線の密度から計算
- ・その他

γ 線: 15pSv/h (= 10^{-12}Sv/h)(実効線量)(*1)
 β 線: $14\mu\text{Gy/h}$ (= 10^{-6}Sv/h)(局所の皮膚吸収線量)

類題

- ・葉っぱや虫を触った...

(*1) http://trustad.sixcore.jp/survey_screening.html#head

www.vmcsoftware.com

実効線量(じっこうせんりょう): 体が受けた線量(放射線の種類や放射線を受けた臓器の放射線感受性を考慮している)