

# 福島第一原子力発電所事故 における放射線量の計測と分析

ナチュラル研究所

工学博士 石川 宏

<http://www.ishikawa-lab.com/>

<mailto:dr.ishikawa@ishikawa-lab.com>

2015.6.12



# 放射線量の計測と分析

- 自宅の建設が計測の始まり
- その瞬間をとらえる
- 反響など
- 放射性物質のゆくえ
- エンジニアは災害に学ぶ
- すべてが解明されたわけではない
- まとめ

# 石川邸一太陽熱利用形住宅



- 東京都日野市 2002年12月入居
- 太陽熱利用形住宅(OMソーラハウス)
- 高气密、高断熱
- 複層ガラス、木製サッシ
- 通風と木陰
- 国産材

# 住宅性能を測るためセンサーを自作



風向計と風速計

日照計

雨量計



OMソーラ制御盤から  
データを取り出す



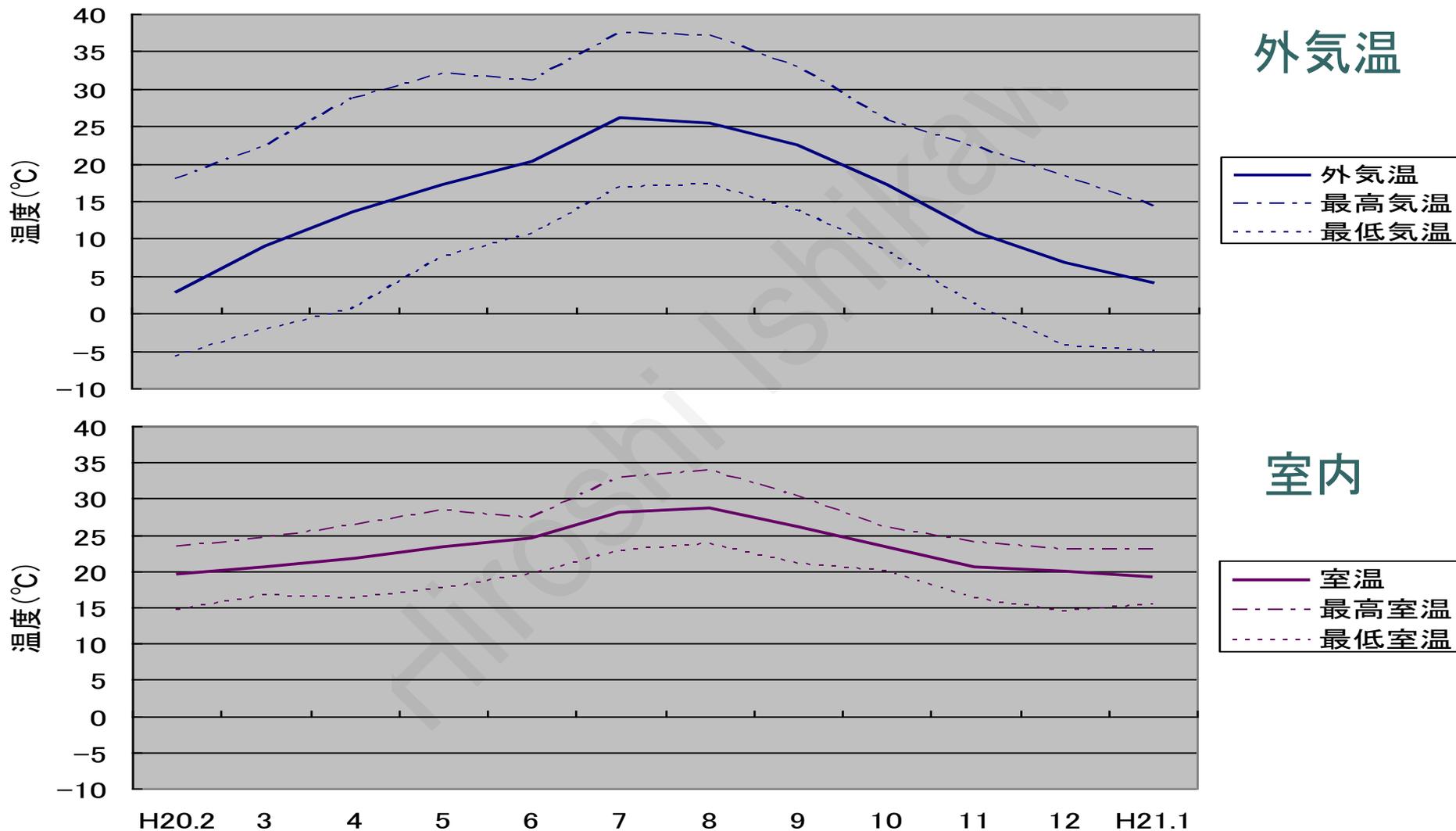
温湿度計



PM2.5計測器  
(RaspberryPi)

このほかに  
気圧計  
室内温湿度計  
コンピュータによる自動計測

# 測定結果－冬暖かく夏涼しい



# ナチュラル研究所

http://www.ishikawa-lab.com/

デジタル日野気象台 1-Wire Weather Page of Hino, Dr.Hiroshi Ishikawa - Mozilla Firefox

http://park18.wakwak.com/~weather/weather\_index.htm

## ナチュラル研究所 デジタル日野気象台

あなたは 716485 番目

ホーム デジタル日野気象台 気象ライブ 地震計 ガイガーカウンタ OMソーラーハウス モンテカルロシミュレーション プロフィール

日野気象台TOP 詳細表示 データ集 観測器機 観測器機の仕事方 質問ご意見 履歴 リンク集

1-Wire LANとWeatherDisplayソフトをもちいた、手作りの気象台です。5分ごとにリアルタイムの気象データを表示します  
設置場所:北緯:35° 39' 28.08"; 東経:139° 24'05.40" (世界測地系). 標高:101m 東京都日野市南平2丁目

### Hino Tokyo, Japan

現在の天気 快晴/降雨なし Solar 100 %

気温	21.8 °C	Hi 22.1 °C
湿度	63 %	Lo 14.2 °C
露点温度	14.2 °C	
平均風速	3.1 m/s	
瞬間風速	5.4 m/s	
風向	SE	
1時間最高風速	10.6 m/s SSE	
気圧	1002.8 hPa	clear
本日の雨量	0.0 mm	観測時刻 09:45 16/04/2011
雲底	1023 m	熱指数 24.1 °C

2011/4/16 09:41:04

---

コンテンツ	お知らせ
<a href="#">日野の詳細天気</a>	2011年3月15日
5分ごとに測定した結果を、詳細に表示します	● 福島第一原発からの放射線物質が飛来したためか、ガイガーカウンタの値は、一時90cpmまで上昇しました。
<a href="#">データ集</a>	2011年3月11日
過去のデータを、表示します	● 14時45分頃、東北地方太平洋沖地
<a href="#">観測器機</a>	
日野気象台の観測器機を紹介します	
<a href="#">観測器機の仕事方</a>	
観測器機の仕事方を紹介します	

完了

# ナチュラル研究所

http://www.ishikawa-lab.com/

デジタル日野気象台 1-Wire Weather Page of Hino, Dr. Hiroshi Ishikawa - Mozilla Firefox  
http://park18.wakwak.com/~weather/weather\_index.htm

ナチュラル研究所 デジタル日野気象台  
あなたは 716485 番目

ホーム デジタル日野気象台 気象ライブ 地震計 ガイガーカウンタ OMソーラーハウス モンテカルロシミュレーション プロフィール  
日野気象台TOP 詳細表示 データ集 観測機器 観測機器の作り方 質問ご意見 履歴 リンク集

1-Wire LANとWe... ナチュラル研究所 石川宏 - Mozilla Firefox  
http://www.ishikawa-lab.com/index.html

石川宏 ナチュラル研究所  
あなたは 0414440 番目

楽譜には、シャープやフラットのように一時的に半音上げたり下げたりする臨時記号というのがあります。それを元来の音の高さに戻す記号がナチュラル。本来は“自然の”“天然の”という意味で、人の手が入っていないありのままの状態を表します。自然と音楽を愛する、もとネットワーク技術者のやや硬派のホームページです。

ホーム デジタル日野気象台 気象ライブ 地震計 ガイガーカウンタ OMソーラーハウス モンテカルロシミュレーション プロフィール

コンテンツ  
ガイガーカウンタの計測値をリアルタイムで公開中 → [こちら](#)

お知らせ  
2011年3月16日  
● **ガイガーカウンタ**のページを更新しました。研究用に計測した生データを公開します。  
2011年3月15日  
● 福島第一原発からの放射線物質が飛来したためか、**ガイガーカウンタ**の値は、一時90cpmまで上昇しました。  
2011年3月11日  
● 14時45分頃、東北地方太平洋沖地震が発生しました。わが**ゆれステーション**も、おきなゆれを観測しました。**放射線量**は異常ないようです。

2011年3月4日  
● **Facebook**のコミュニティがはじめました。お気軽にご意見

完了

# ナチュラル研究所

http://www.ishikawa-lab.com/

デジタル日野気象台 1-Wire Weather Page of Hino, Dr.Hiroshi Ishikawa - Mozilla Firefox

http://park18.wakwak.com/~weather/weather\_index.htm

ナチュラル研究所 デジタル日野気象台

ホーム デジタル日野気象台 気象ライブ 地震計 ガイガーカウンタ OMソーラーハウス モンテカルロシミュレーション

日野気象台TOP 詳細表示 データ集 観測器機 観測器機の作り方 質問ご意見 履歴 リンク集

1-Wire LANとWeather Station

設置場所: 北緯: 35.682777777778 東経: 139.76111111111

Hino Tokyo

現在の天気  
 気温  
 湿度  
 露点温度  
 平均風速  
 瞬間風速  
 風向  
 1時間最高風速  
 気圧  
 本日の雨量

雲底

コンテンツ

日野の詳細天気

データ集

観測器機

観測器機の作り方

完了

ガイガーカウンタによる放射線量測定 - Mozilla Firefox

http://park30.wakwak.com/~weather/geiger\_index.html

ナチュラル研究所 ガイガーカウンタ

ホーム デジタル日野気象台 気象ライブ 地震計 ガイガーカウンタ OMソーラーハウス モンテカルロシミュレーション プロフィール

リアルタイム計測値 アーカイブ FAQ

ガイガーカウンタによる放射線量

GM-10 Readings @ Hino Tokyo, JAPAN

完了

デジタル日野気象台

1-Wire LANをもちいた、手作りの気象台です。5分ごとに気象データを詳細に表示します

→ 詳細

気象ライブ

デジタル日野気象台のデータをリアルタイムに表示します

→ 詳細

地震計

ウェザーニューサー™による地震計です

→ 詳細

ガイガーカウンタ

OMソーラーハウス

モンテカルロシミュレーション

● 14時45分頃、東北地方太平洋沖地震が発生しました。わがゆれステーションも、おきなゆれを観測しました。**放射線量**は異常ないようです。

2011年3月4日

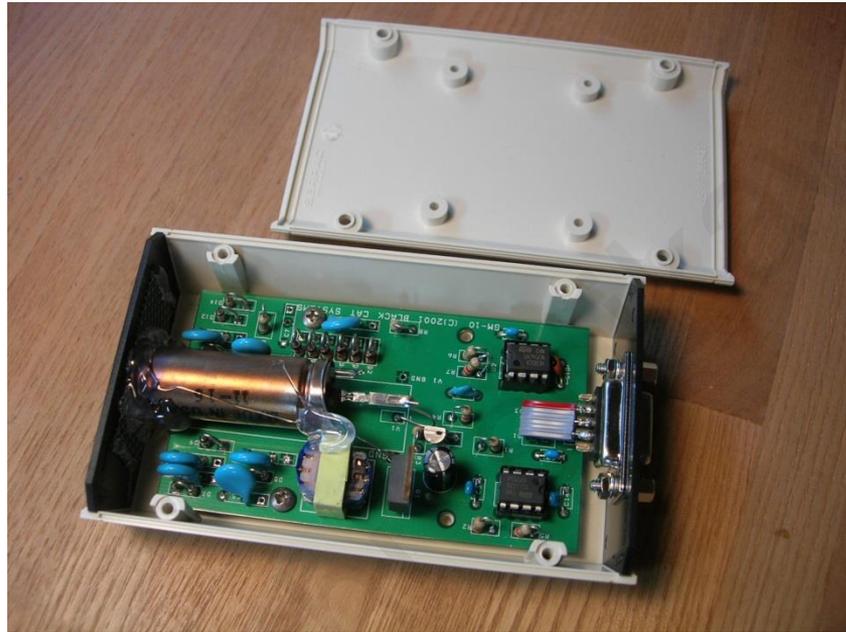
● Facebookのコミュニティがはじめました。お気軽にご意見



# 放射線量の計測と分析

- 自宅の建設が計測の始まり
- **その瞬間をとらえる**
- 反響など
- 放射性物質のゆくえ
- エンジニアは災害に学ぶ
- すべてが解明されたわけではない
- まとめ

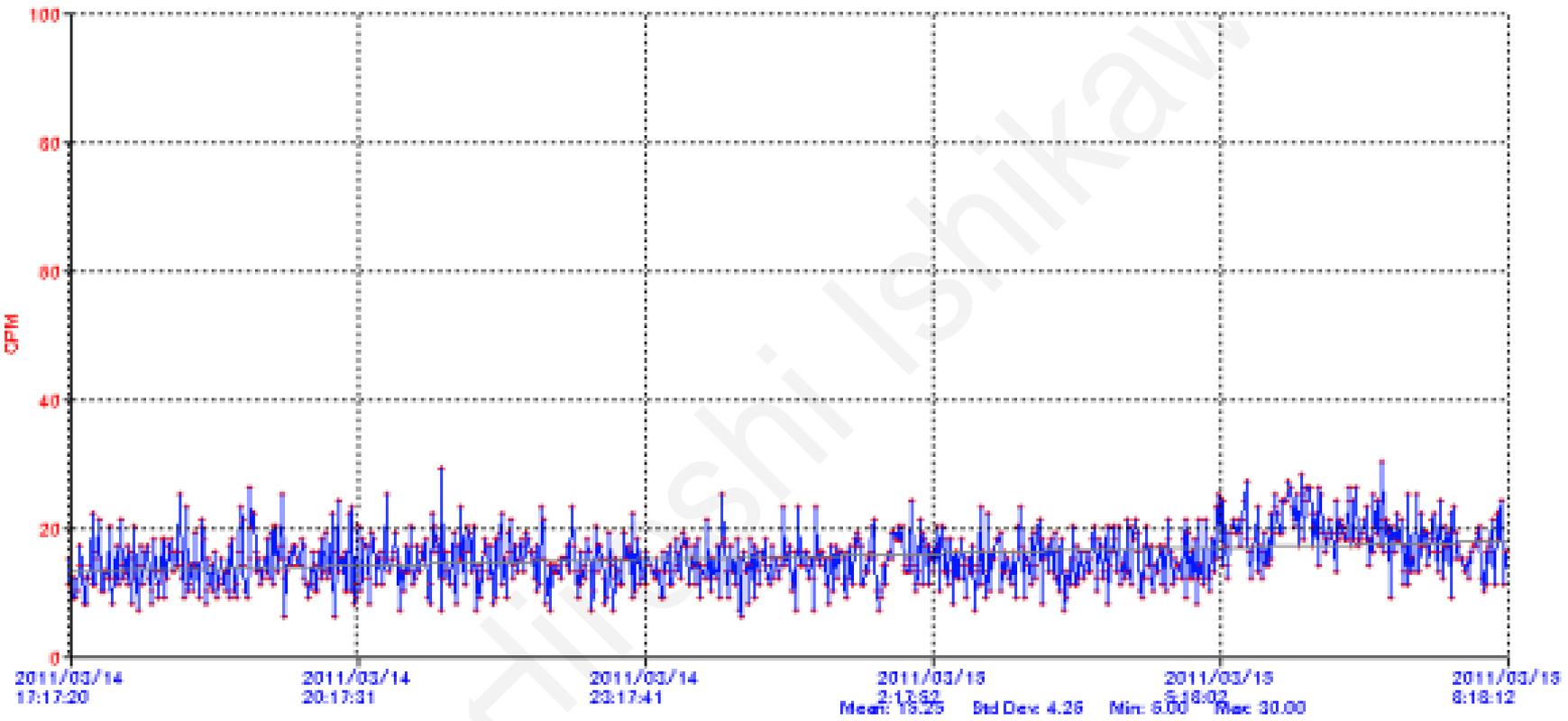
# 使用したガイガーカウンタ



- Black Cat Systems 社製 \$199.
- 内蔵ガイガーミュラー管の大きさ: 直径15mm、長さ41mm  
感度: アルファ線 - 3 MeV以上, ベータ線 - 50 keV以上, ガンマ線 / X線 - 7 keV 以上
- 核種ごとの計測はできない
- 120 CPM=1  $\mu$ Sv/h
- 測定開始: 2005.11.3      5分ごとにグラフをホームページにアップ

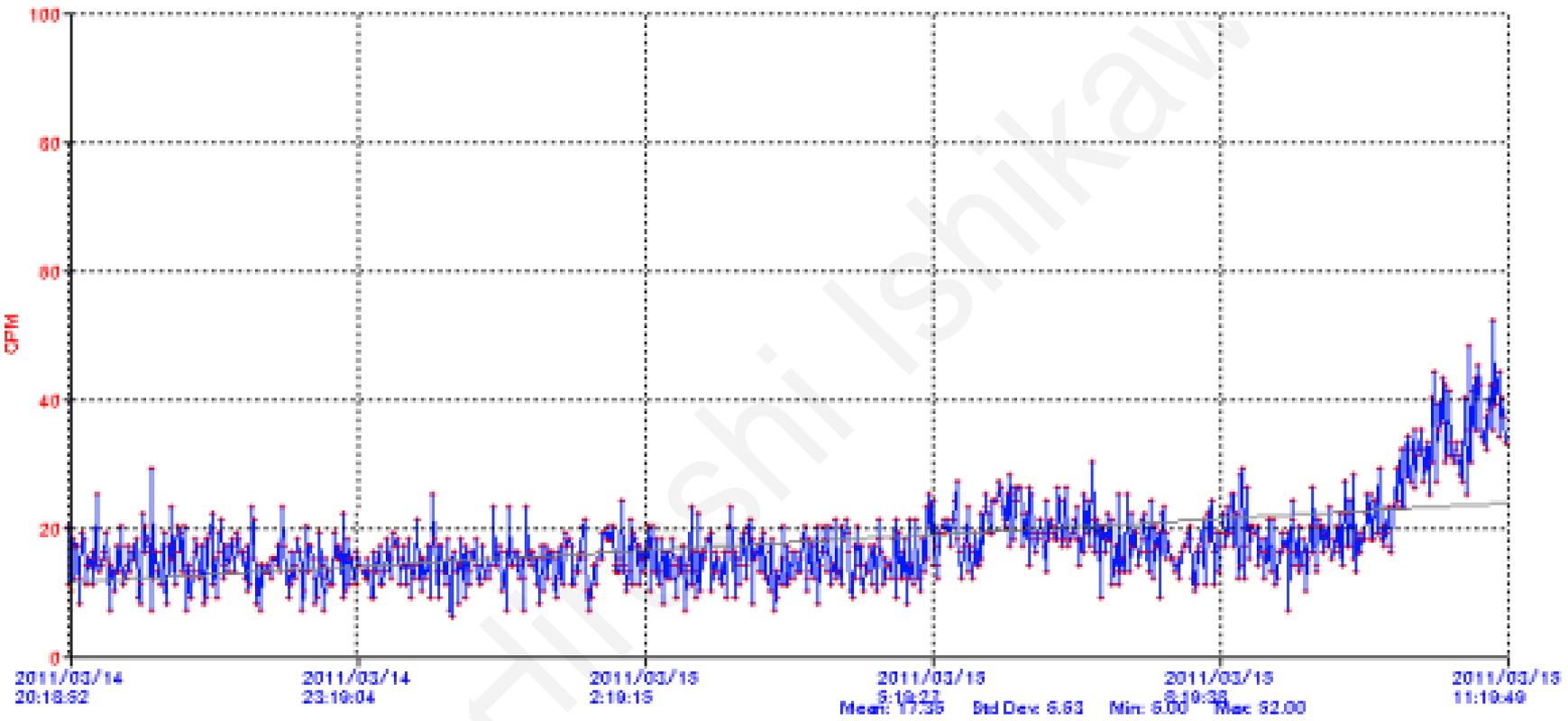
2011/03/15 8:18

### GM-10 Readings



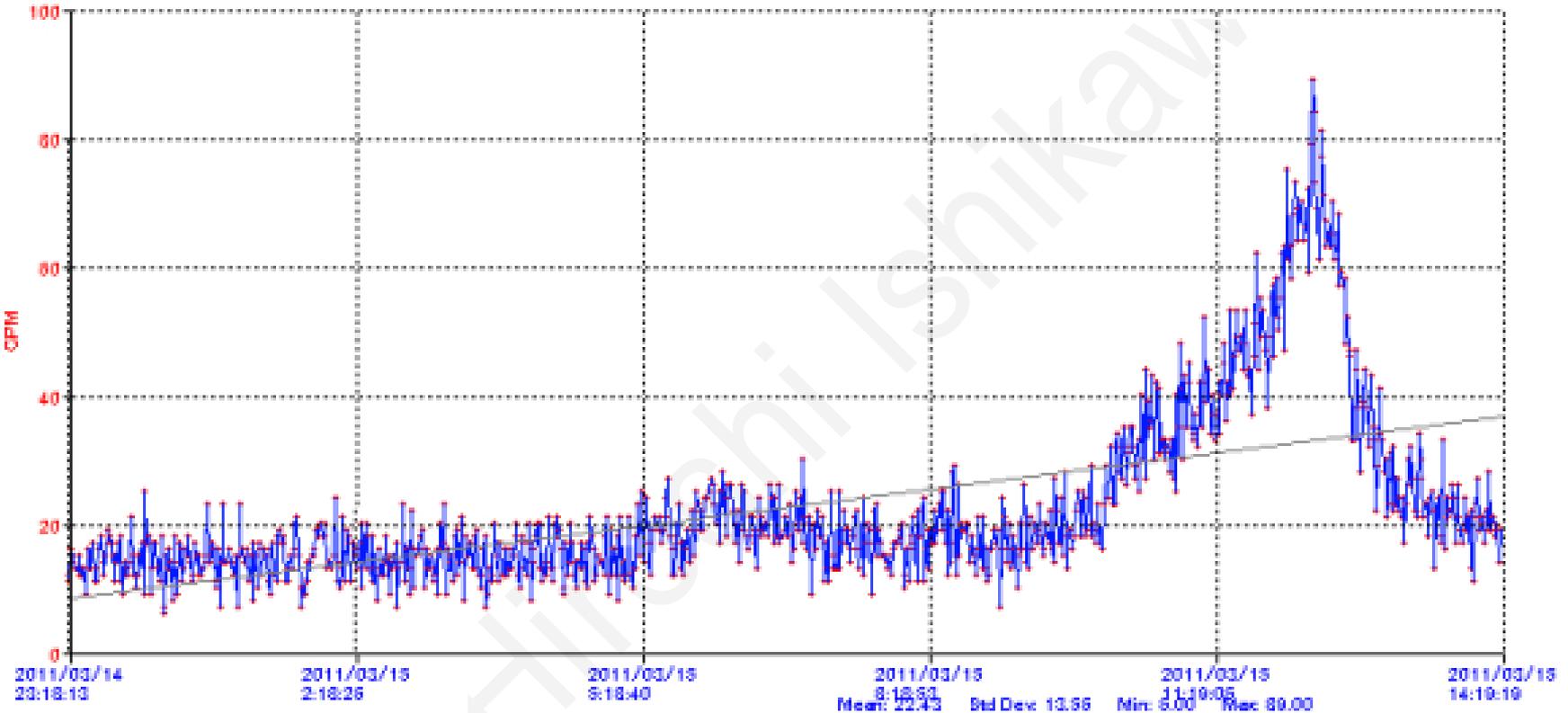
2011/03/15 11:19

### GM-10 Readings



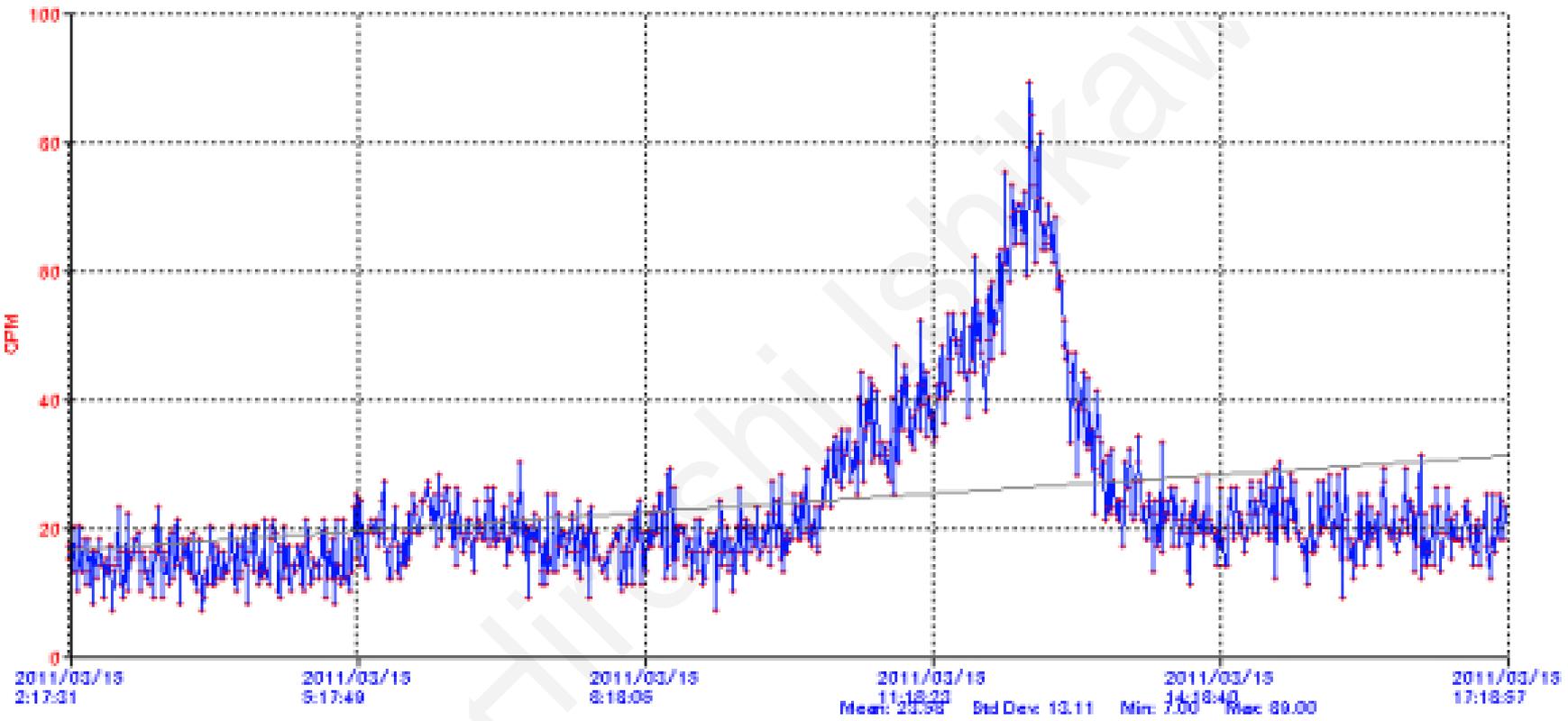
2011/03/15 14:19

### GM-10 Readings



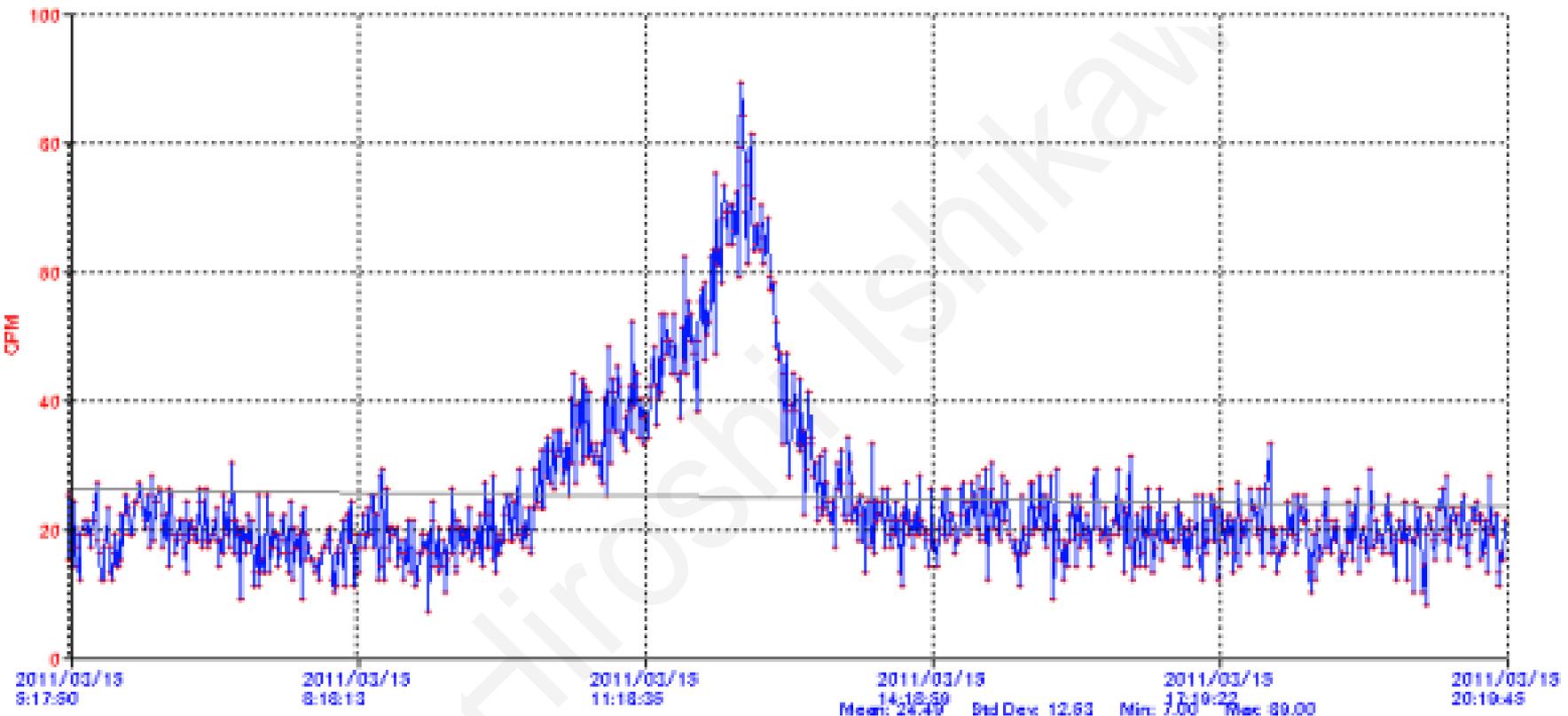
2011/03/15 17:19

### GM-10 Readings



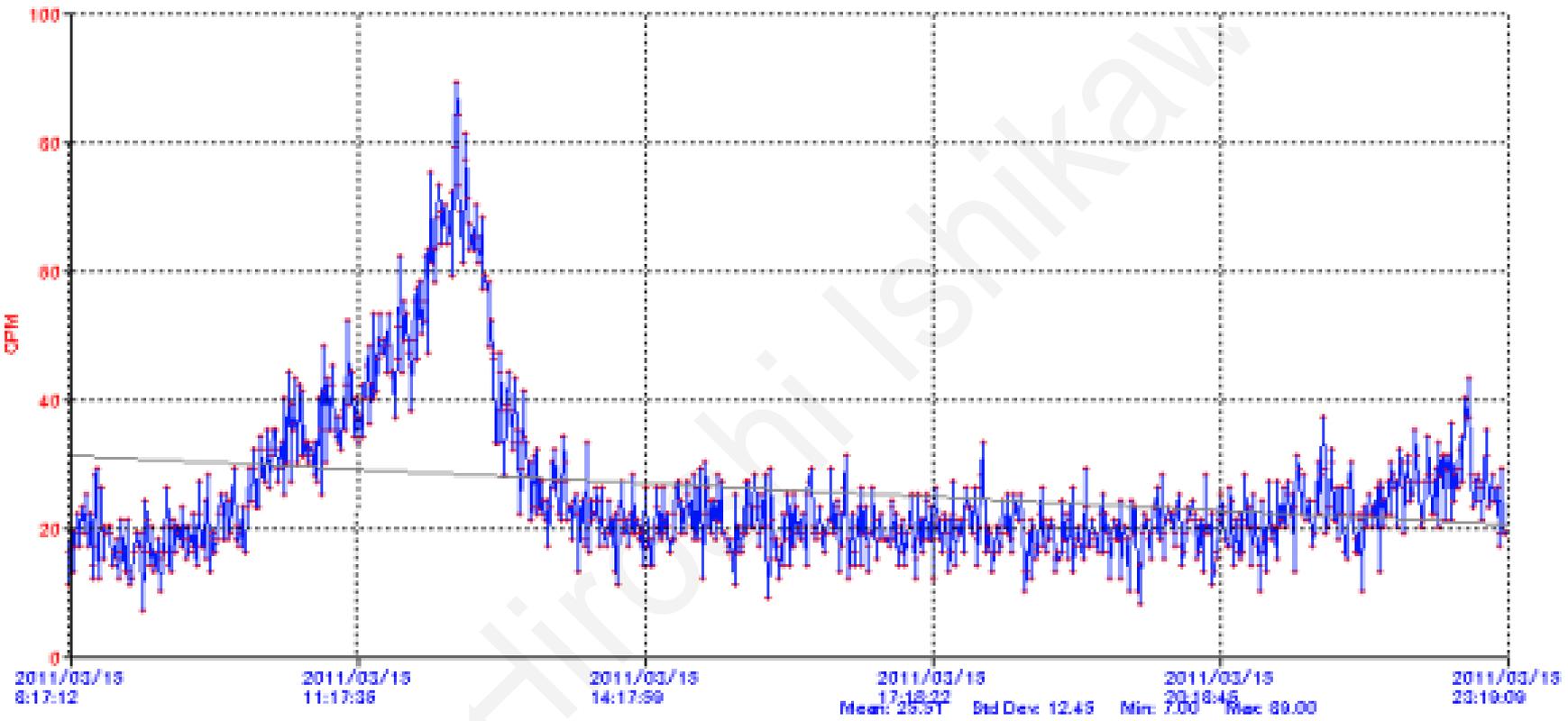
2011/03/15 20:19

### GM-10 Readings



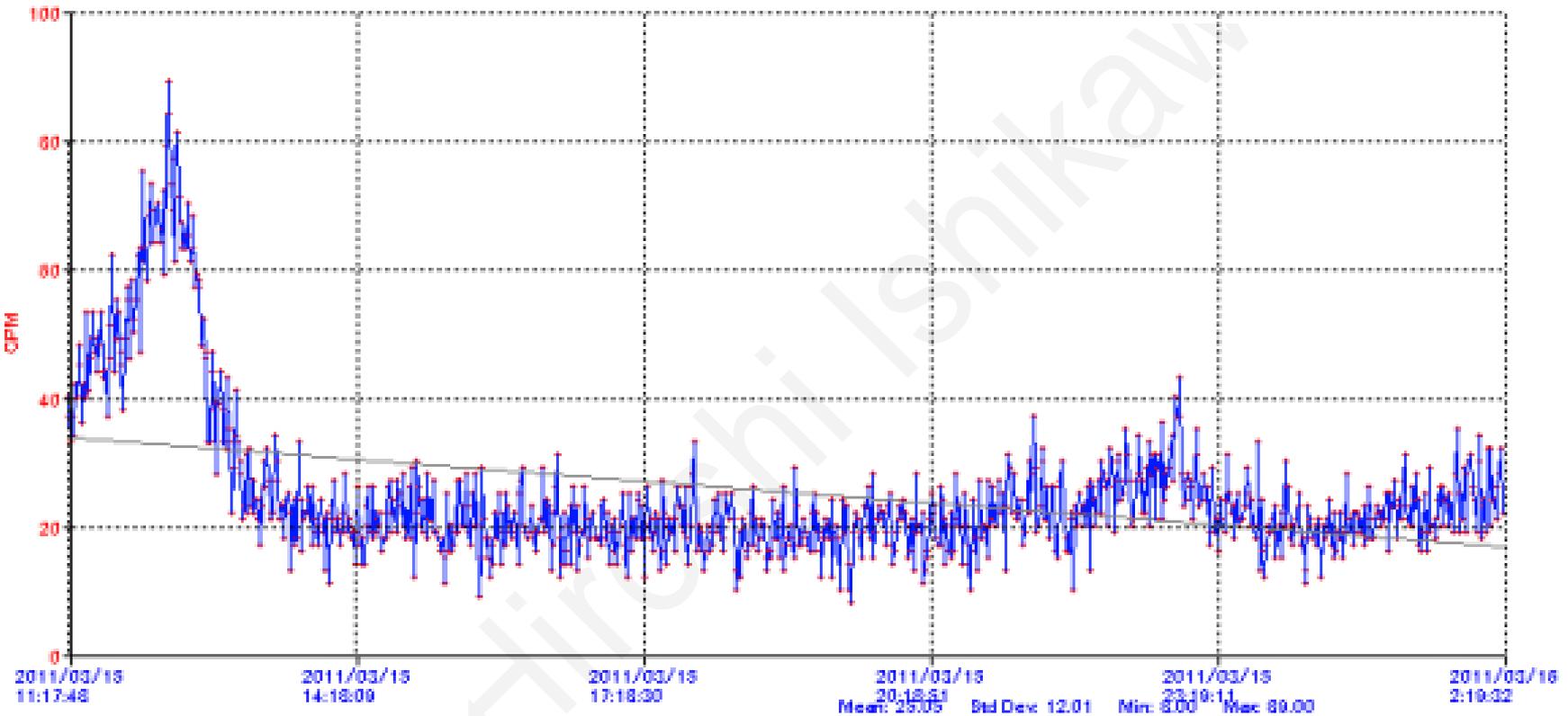
2011/03/15 23:19

### GM-10 Readings



2011/03/16 2:19

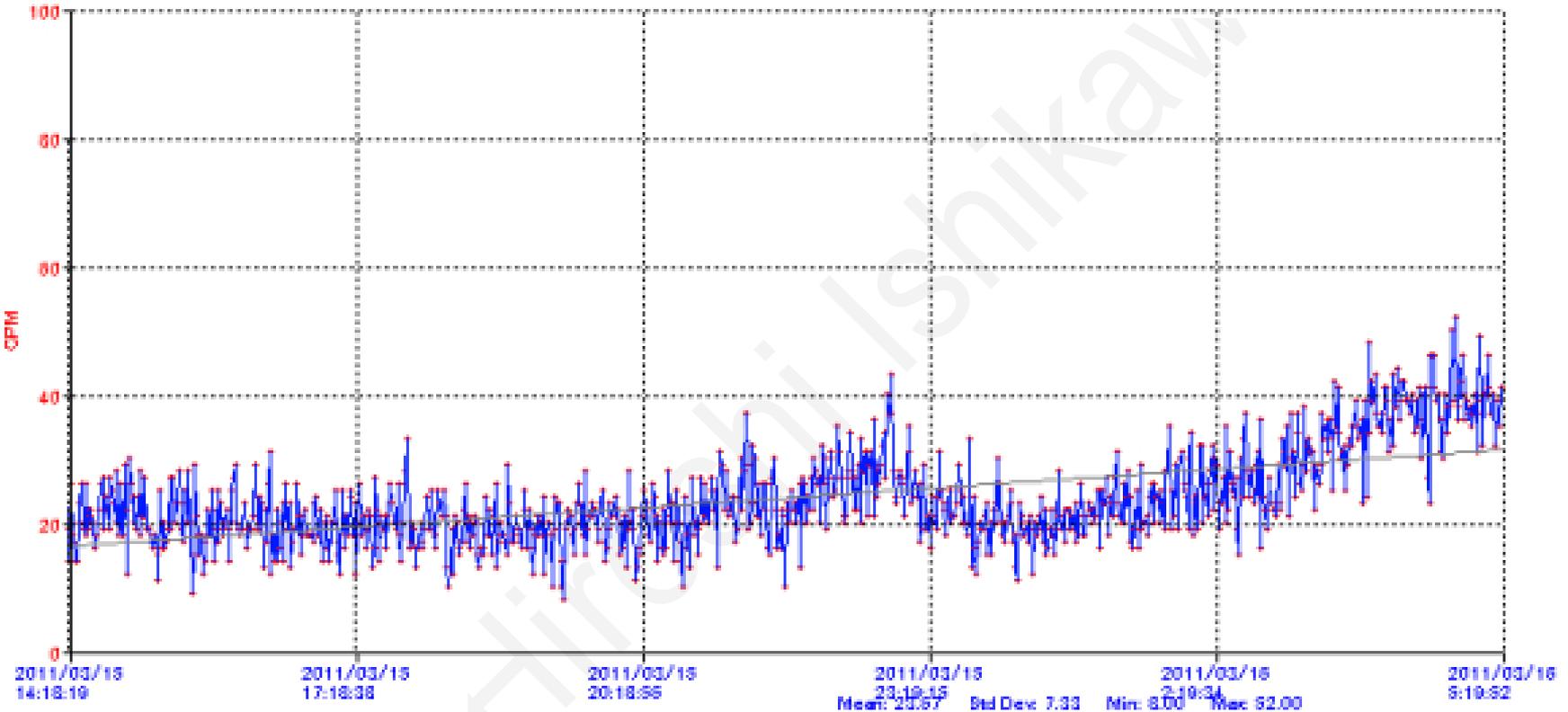
### GM-10 Readings



2011/03/16 5:19

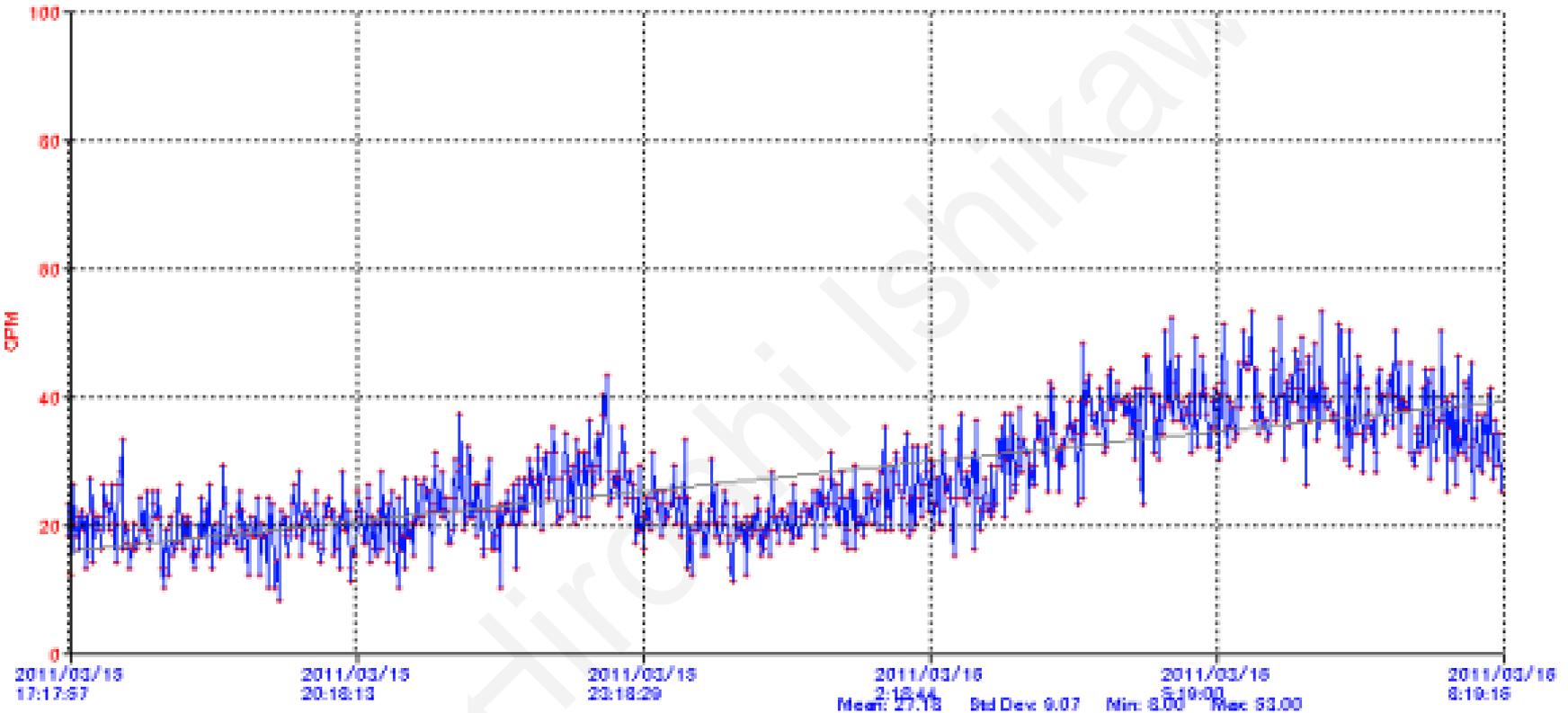


### GM-10 Readings



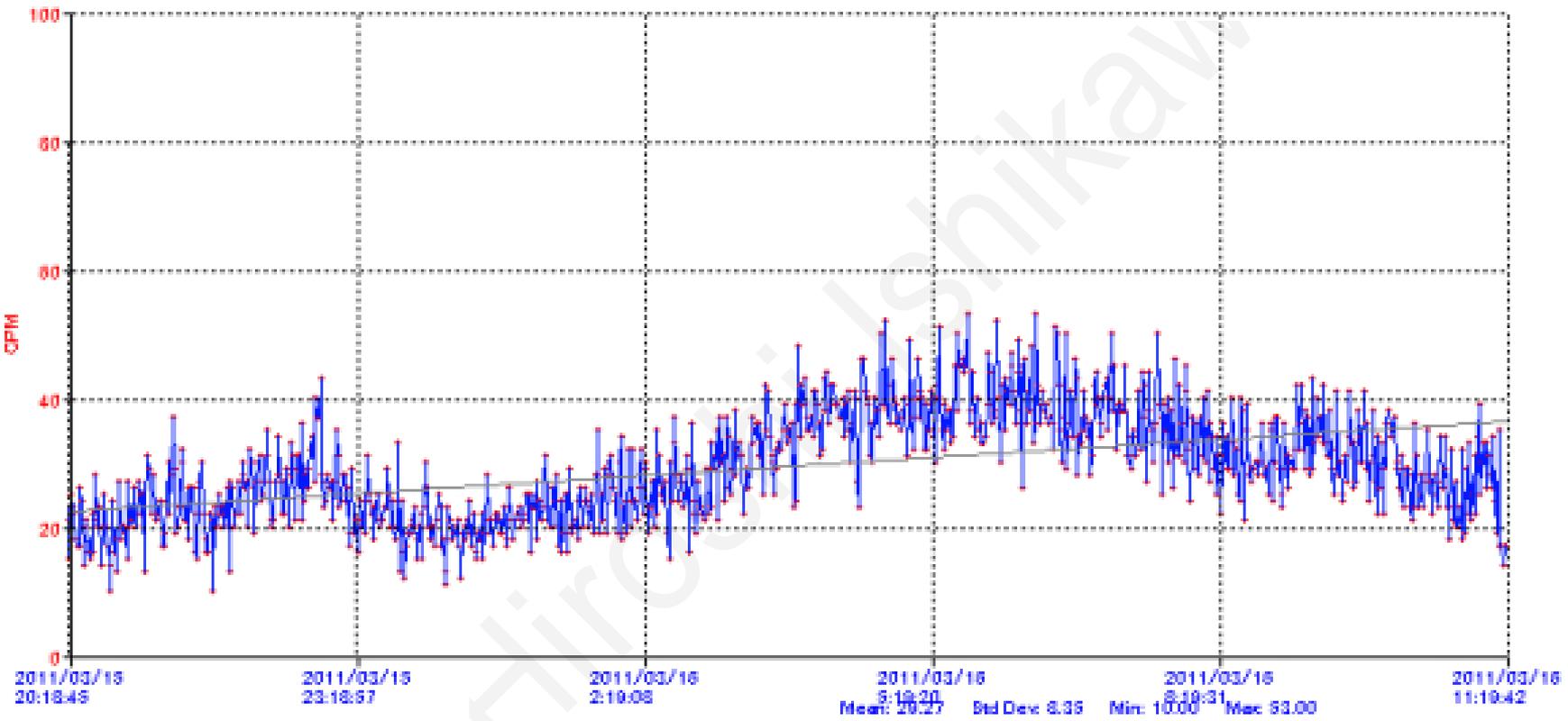
2011/03/16 8:19

### GM-10 Readings



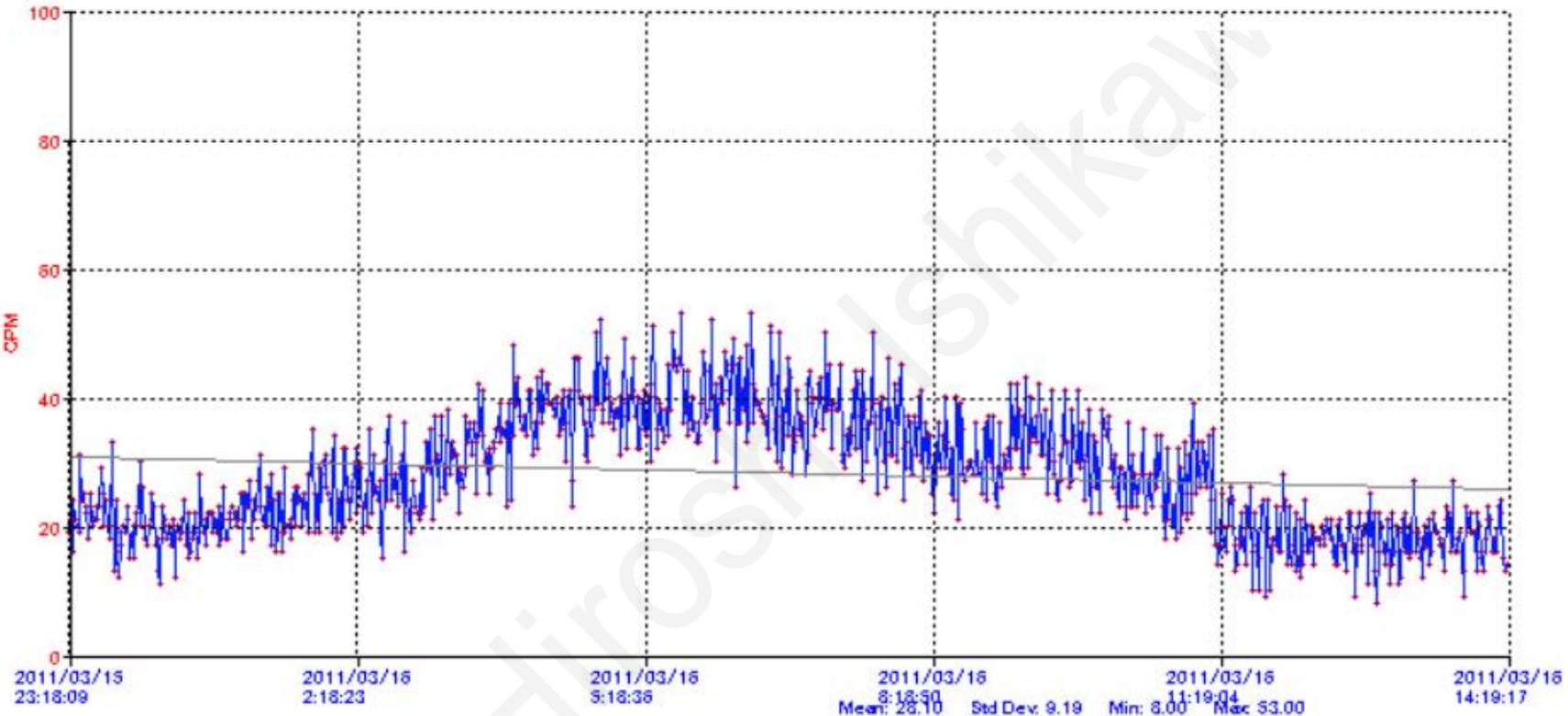
2011/03/16 11:19

### GM-10 Readings



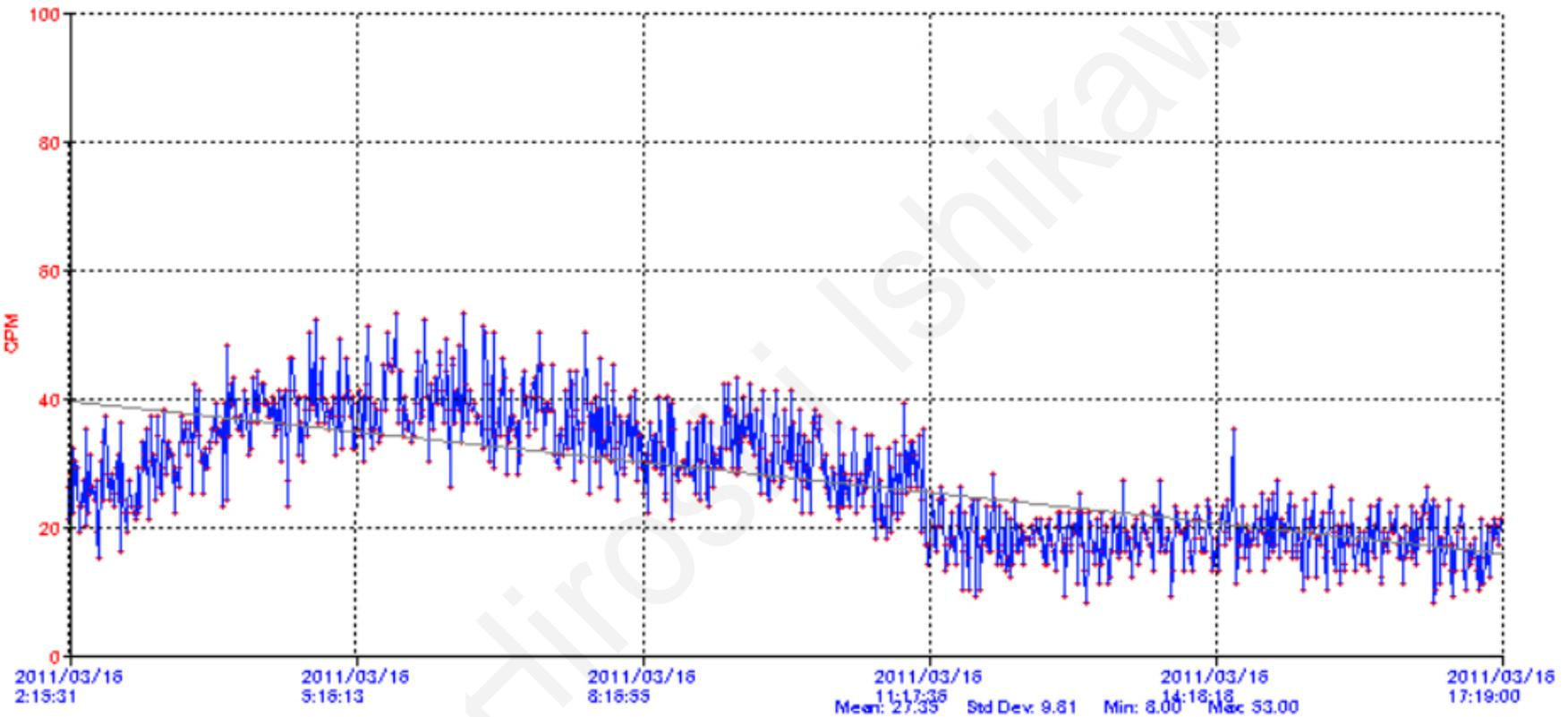
2011/03/16 14:19

### GM-10 Readings



2011/03/16 17:19

### GM-10 Readings





# 放射線量の計測と分析

- 自宅の建設が計測の始まり
- その瞬間をとらえる
- 反響など
- 放射性物質のゆくえ
- エンジニアは災害に学ぶ
- すべてが解明されたわけではない
- まとめ

# 役に立つとは思っていなかった

ナチュラル研究所トップページへのアクセス回数

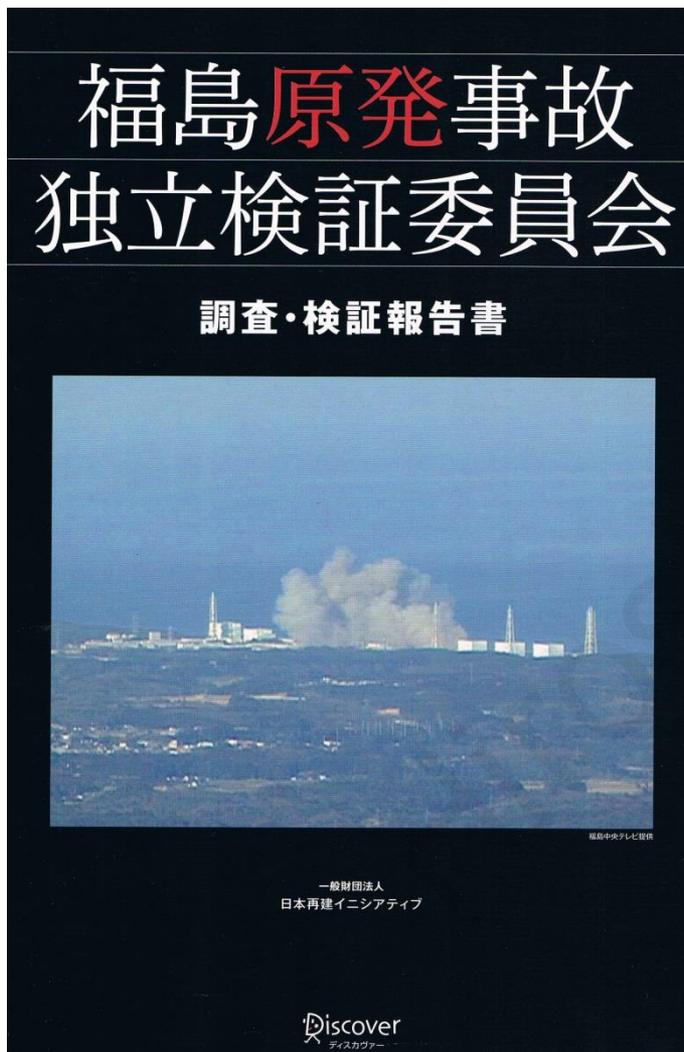
日	ページ閲覧数の合計*
4月14日(木)	957
4月13日(水)	3326
4月12日(火)	4740
4月11日(月)	4392
4月10日(日)	3318
4月9日(土)	4576
4月8日(金)	4969
4月7日(木)	3897
4月6日(水)	3875
4月5日(火)	4505
4月4日(月)	5291
4月3日(日)	3662
4月2日(土)	3666
4月1日(金)	4313
3月31日(木)	5434
3月30日(水)	5336
3月29日(火)	5795
3月28日(月)	7503
3月27日(日)	5964
3月26日(土)	6964
3月25日(金)	8554
3月24日(木)	11244
3月23日(水)	12546
3月22日(火)	15128
3月21日(月)	17423
3月20日(日)	11702
3月19日(土)	11742
3月18日(金)	19353
3月17日(木)	32686
3月16日(水)	49620
3月15日(火)	63244
3月14日(月)	16883
3月13日(日)	15956
3月12日(土)	7774
3月11日(金)	13

- 災害以前はアクセスは平均10回/日程度
- 3.12~14 2チャンネル、Facebook、twitter、などで紹介され、一気にアクセス上昇 3.15には6万回 / 日
- 強度のふくそうが発生
- 3.18 専用サーバ設置
- 3.19 無停電電源装置カンパ
- 多くの方が自発的にミラーサイト、英語翻訳
- 取材多数(地元、全国紙、通信社、外国メディア)
- Wikipedia 英語版のRadiation monitoring in Japanに掲載
- ホームページのランキングサイト webDICEで 2011年3月は全国1位
- 出前計測の依頼
- 講演依頼多数

## さまざまな声 (email,facebook 2011/3)

- ナチュラル研究所のガイガーカウンタデータではたいへんお世話になっております。数値をリアルタイムに確認できるおかげで、放射能を必要以上に恐れず、外を歩けるようになりました。
- 3月16日時点で、日本で放射線量を公開しているのはあなたのところしかない(BBC)
- 市民はバカではありません。冷静ですから、こういうデータが公表されてもパニックには陥らないと思うのですが、逆に公表されないほうが非常に不安をかき立てられます。
- 「税金でやってないようなので」とても安心
- A friend in Tokyo has passed me a link to your website showing the geigercounter reading for Tokyo radiation. I know that TEPCO and the government have a poor record of open disclosure, so hope you can help.
- 언제나 좋은 정보에 감사드립니다. 일본의 메스컴을 믿을수가없어 언제나 연구소 홈페이지에 접속하게 됩니다. (いつも良質な情報に感謝致します。日本のマスコミ情報は信じ難くて、いつも貴研究所のホームページにアクセスさせて頂いております。)
- 会員の石川宏さんが個人で連続観測しておられます。どうして大学、国研、自治体など、税金で運営される組織が、このような見やすい科学的連続グラフを出せないのでしょうか(もったいない学会会長)

# 民間事故調報告書に



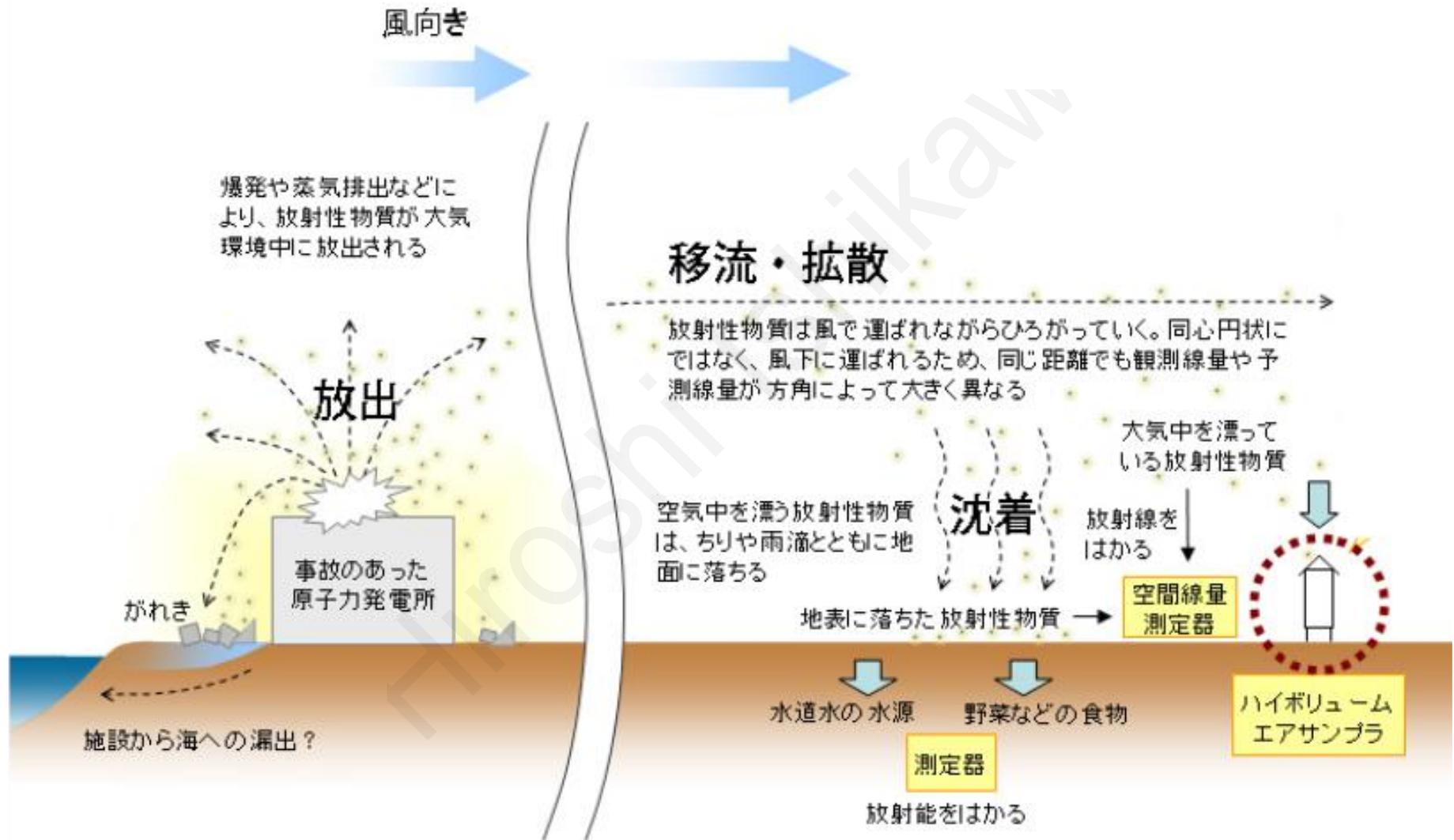
- 福島原発事故独立検証委員会(民間事故調)の調査・検証報告書(2012.3.11発行) 第4章リスクコミュニケーションのなかで、当方の活動が紹介されている。
- 「ナチュラル研究所を運営する石川宏氏は元NTTの技術者で、子会社の社長をつとめた人物。2005年の北朝鮮のミサイル発射実験を機に自宅で放射線量を計測していたところ、福島からの放射能をキャッチした」と図入りで記述
- 「政府あるいは東京電力は人々がもとめる情報発信をしてこなかった。それにたいし、民間の情報発信が活躍。サイトには多数のアクセスがあった」



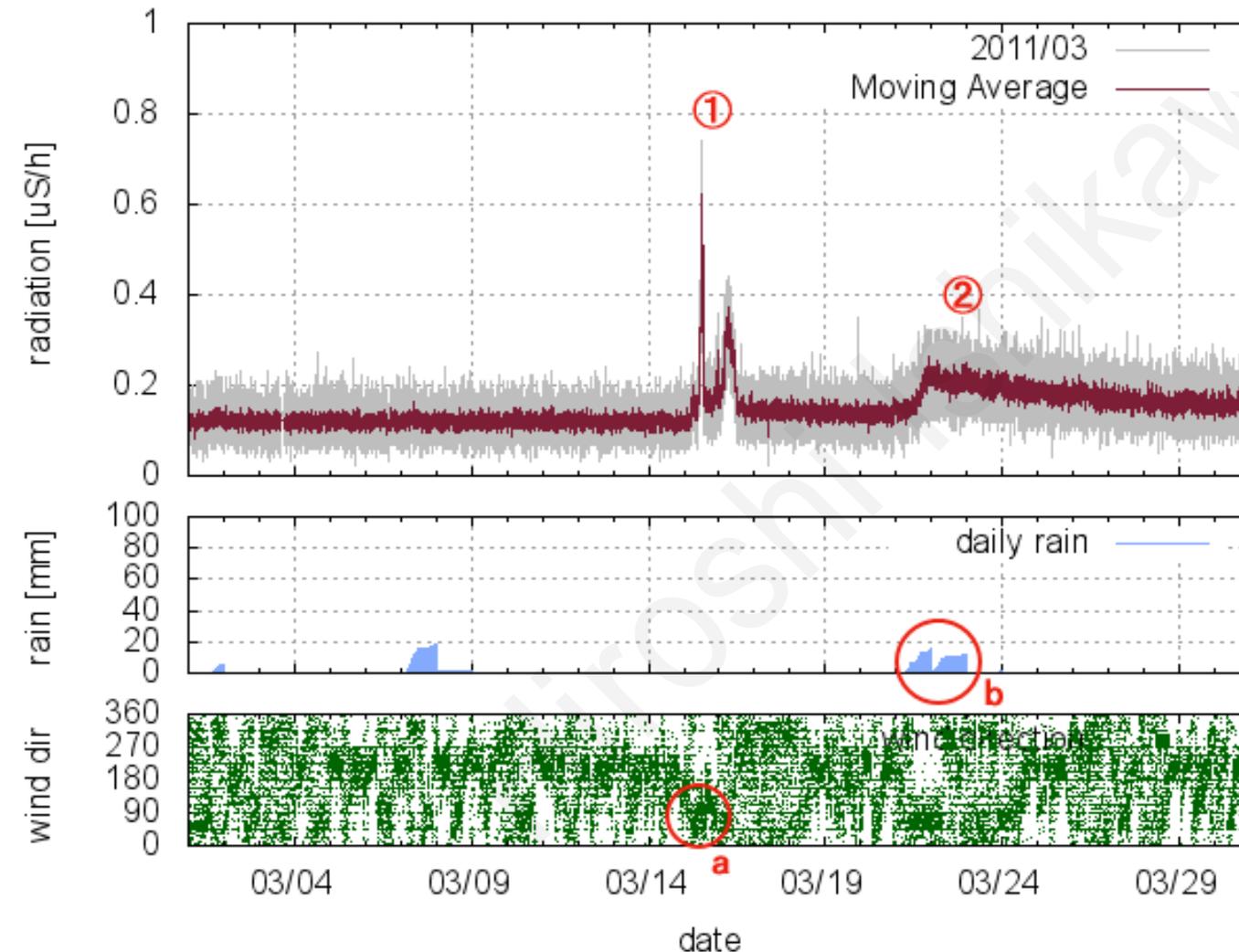
# 放射線量の計測と分析

- 自宅の建設が計測の始まり
- その瞬間をとらえる
- 反響など
- **放射性物質のゆくえ**
- エンジニアは災害に学ぶ
- すべてが解明されたわけではない
- まとめ

# 放射性物質のゆくえ



# 2011/3 1ヶ月の観測 一波と二波



① 3/15 12:21

最大0.75 $\mu$ S/h

a. 北東の風5m/s  
上空を通り過ぎた

② 3/21 - 22

b. まとまった雨27mm  
放射性物質は地面に  
降下

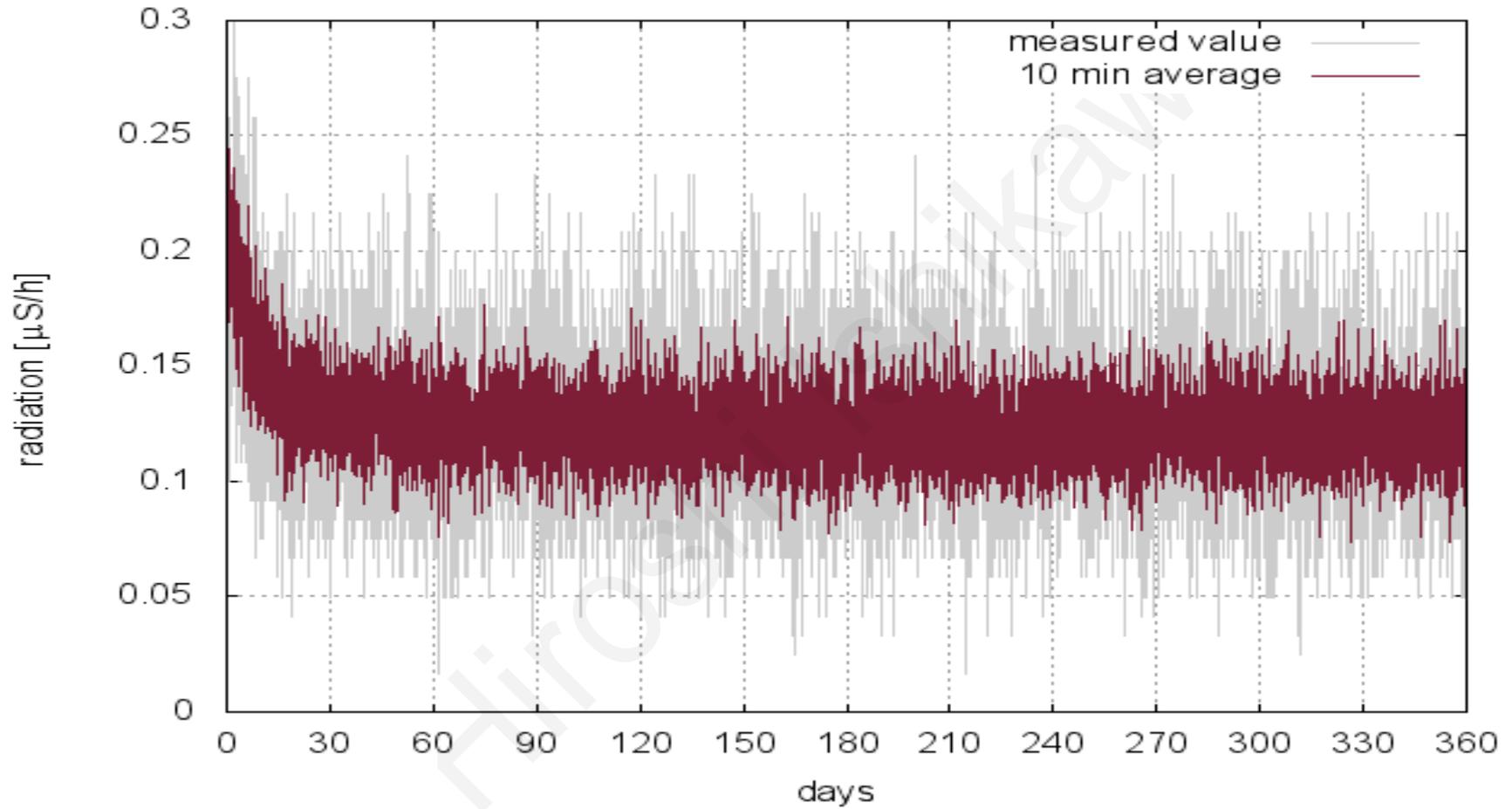
関東一円に影響

南茨城、千葉 各地に  
ホットスポット

荒川取水制限

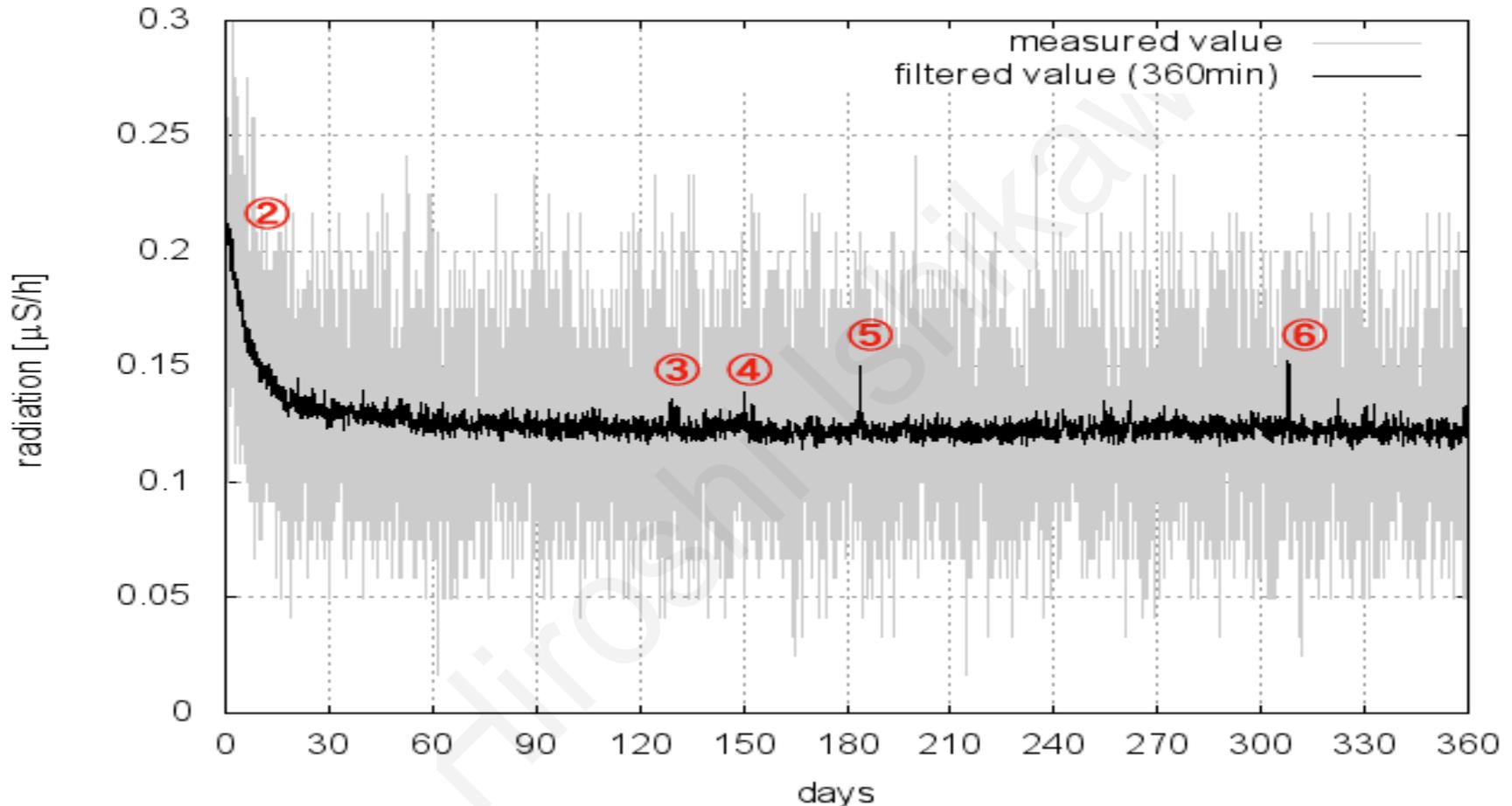
今も指定廃棄物14万  
トン

# 第二波その後1年間の記録



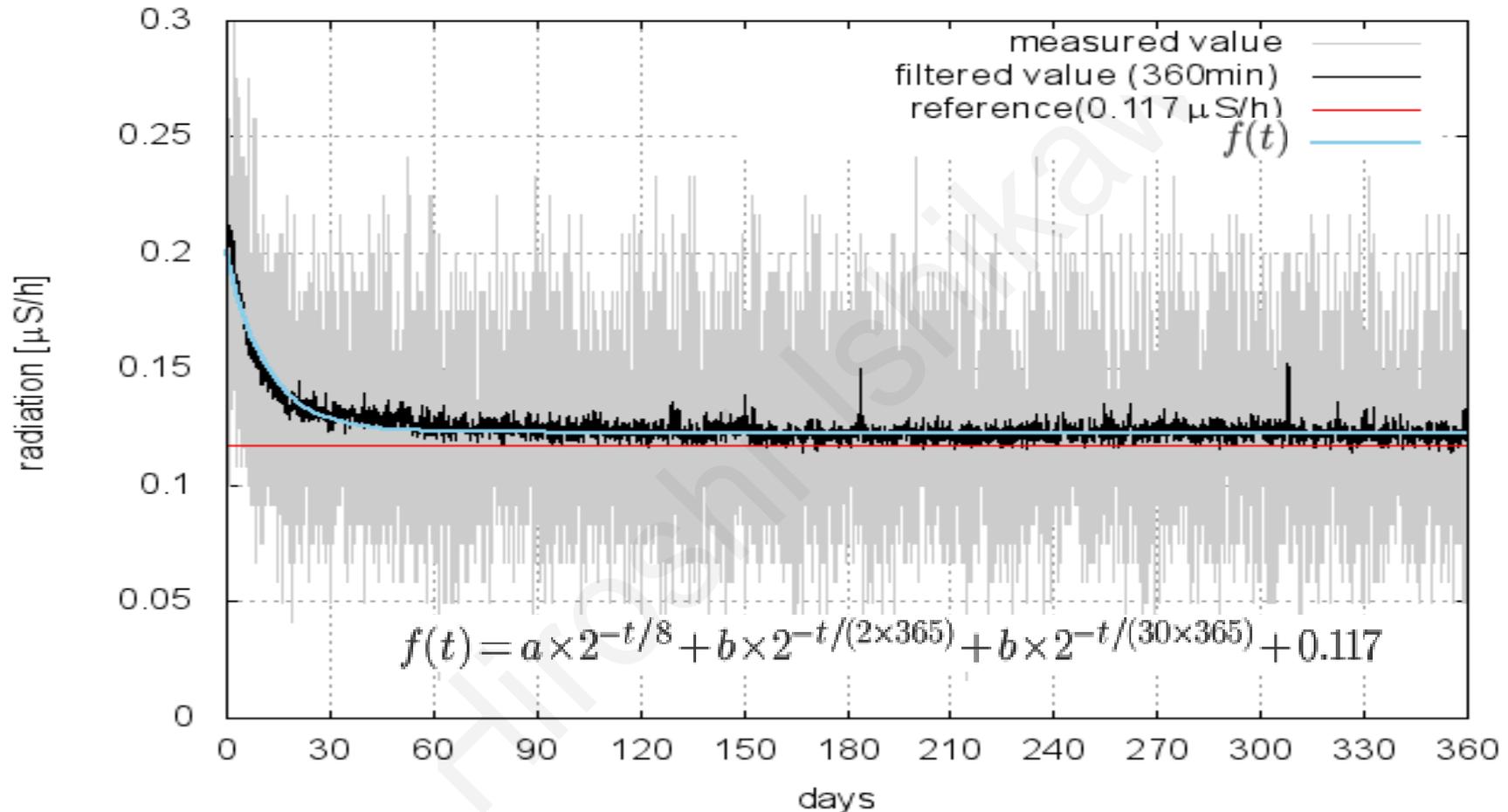
左端は2011年3月22日 0時

# フーリエ信号処理によりノイズ除去



- ② 二波の放射性物質のうち、半減期の短いヨウ素131からの空間線量が低下
- ⑤ 台風(2011年9月21日15号)や、⑥大雪(2012年1月23日)、③ ④その他汚染水漏れによる変化が認められる

# 核種を推計する



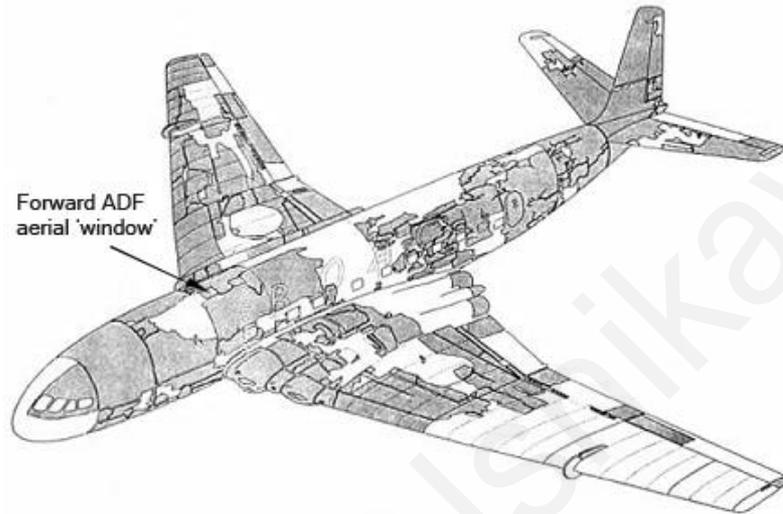
- 半減期 ヨウ素131: 8日 セシウム134: 2年 セシウム137: 30年
- 非線形最小自乗法により式に当てはめると、 $a=0.0786$   $b=0.0029$  [ $\mu\text{S/h}$ ]
- 放出された放射性物質はヨウ素131:セシウム134:セシウム137=25:1:1と推定される



# 放射線量の計測と分析

- 自宅の建設が計測の始まり
- その瞬間をとらえる
- 反響など
- 放射性物質のゆくえ
- **エンジニアは災害に学ぶ**
- すべてが解明されたわけではない
- まとめ

# 世界最初のジェット旅客機コメット



図はWikimedia Commons

- 1950年代世界最初の成層圏飛行のジェット旅客機であるイギリスのコメットは就航2年目にして連続墜落事故をおこした
- チャーチルが費用や人員の投入を惜しまぬ徹底説明を指示「イングランド銀行の金庫が空になっても事故究明せよ」
- 事故機の残骸は水深 150m の地中海に沈んでいたが、原因究明のため大規模なサルベージがイギリス海軍によって行われ、機体の 65% が回収された
- 胴体天井にあったADFアンテナ取り付けのための窓の隅からクラック。全体に波及したことが判明
- 巨大な水槽を建設。コメットの現用実機を、両翼を突き出す形でその水槽に沈め、繰り返し加圧試験
- 航空工学および金属工学の分野で未知の領域にあった重大な欠陥が解明された
- この事故を契機に、故障の拡大を食い止める設計思想が発展普及し、その後の航空機の安全性を著しく向上させた
- 航空事故の科学的検証手法の雛形

# 電気通信の災害対策(4大災害のみ)

- 十勝沖地震(1968.5.16)

伝送路の2ルート化 大都市伝送関門局 東名阪TTS分散 孤立防止無線機 大都市とう道網

- 世田谷電話局とう道内火災事故(1984.11.16)

ケーブル不燃化難燃化 工法改良 延焼の局地化 とう道管理システム 加入者網高信頼化対策 異経路データ通信回線

- 阪神淡路大震災(1995.1.17)

アクセス網の地中化、光ループ化 管路のフレキシブル化 予備エンジン始動・長時間運転対策 輻輳対策(伝言ダイヤル)

- 東日本大震災(2011.3.11)

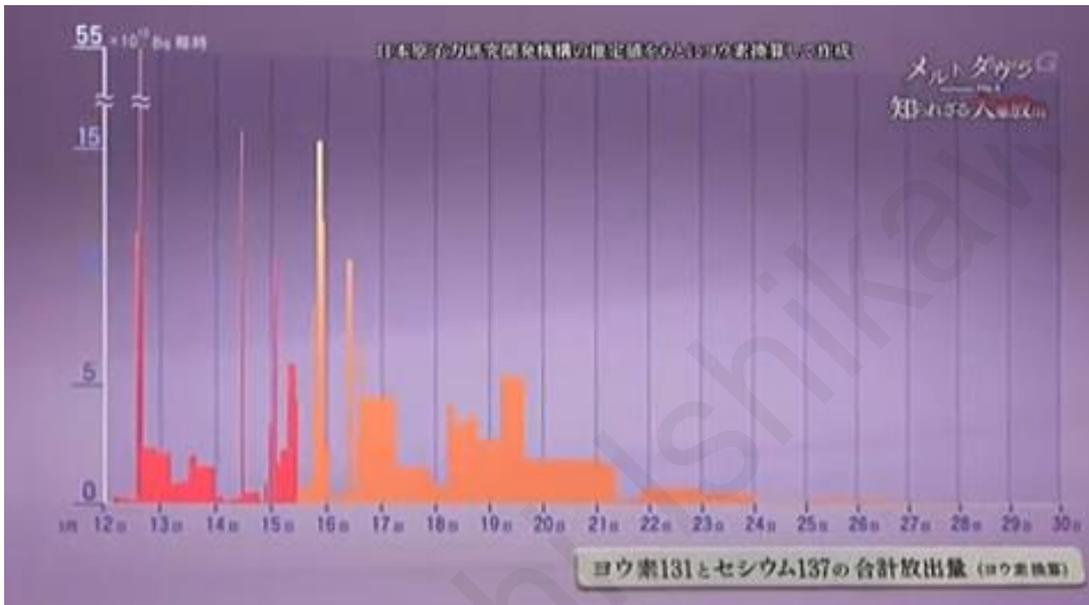
停電対策 通信ビルの水防対策 非常時道路の確保 大ゾーン基地局 基地局停電対策



# 放射線量の計測と分析

- 自宅の建設が計測の始まり
- その瞬間をとらえる
- 反響など
- 放射性物質のゆくえ
- エンジニアは災害に学ぶ
- **すべてが解明されたわけではない**
- まとめ

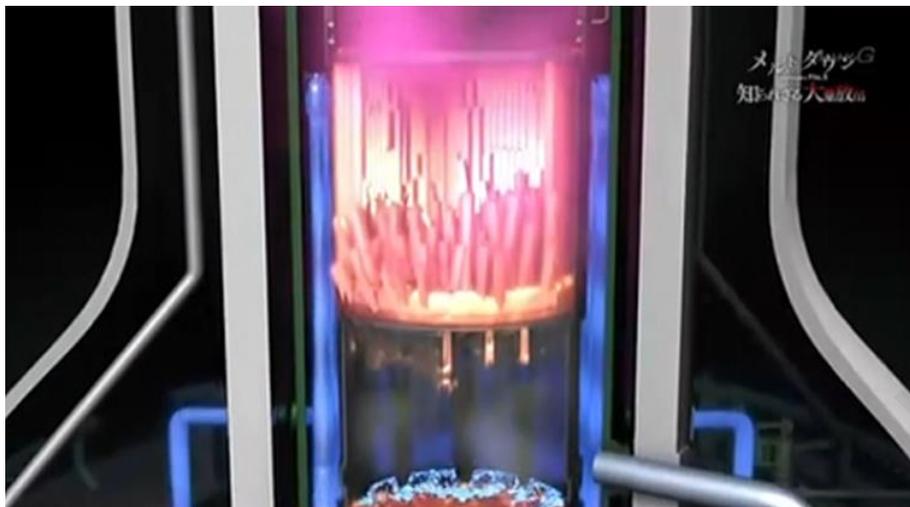
# 第二波についてようやくわかった



NHK番組より

- 事故調査委員会最終報告書には、被災4日間のみでの記述しか無く、影響の大きかった21日あるいは22日の第二波について究明していない。ずっと謎のままであった
- 2014.12.21に放送された、NHKスペシャル「メルトダウンFile.5 知られざる大量放出」は、その謎を解明
- 空母ロナルド・レーガンによる福島沖計測データを入手
- 赤のグラフに3つのピーク。それぞれ1号機、3号機、2号機から放出されたもので、当方の第一波はこの3番目に相当
- そのほかに黄色で示されたように、3月いっぱい出つづけていた。しかもその量は前者が25%で後者が75%

## 第二波の原因は

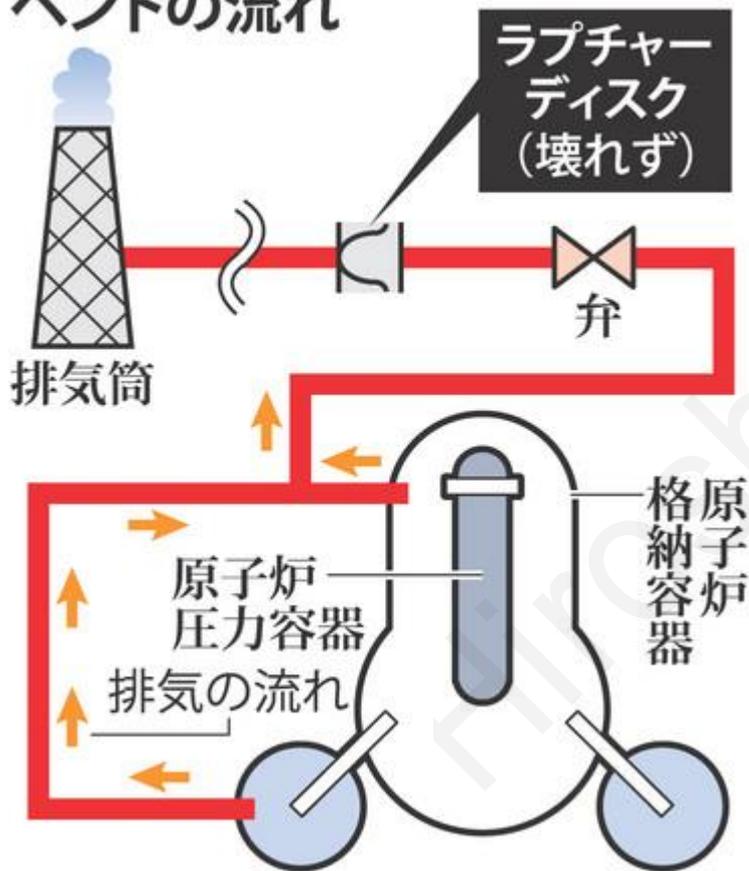


NHK番組より

- 3号機には消防車により毎時30トンの水が送り込まれていたが、途中のパイプやポンプの破損により、水の大部分は別の箇所にながれこみ、炉心に到達したのはわずか毎時1トンであった
- 炉のなかの中心部にメルトダウンせず残っていた燃料は、水に浸されていなければならなかったが、水が充分ではなく水蒸気が発生していた
- 再現実験の結果、わずかな水蒸気があると、燃料を覆っている金属（ジルコニウム）と化学反応し、覆いがやぶれ、徐々に放射性物質がもれだした。そして長時間にわたって格納容器の隙間から放出され続けた。
- 電力が回復するまで約2週間続き、結果として大量放出となった

# 第一波は2号機のベント失敗

## 福島第1原発2号機のベントの流れ



- 2号機では格納容器から直接、放射性物質を含む気体が漏れたとみられ、初期において1～3号機の中で最も多くの放射性物質が放出されたと推定
- ベント用配管の途中にある安全装置が正常に作動しなかったことが原因だった
- 安全装置は、格納容器内と排気筒とをつなぐ配管の途中に設置されている閉止板(ラプチャーディスク)。本来は、一定の圧力がかければ自動的に破れる仕組み
- 2015.5.16、東電発表で 第一波がようやく解明
- 津波ではなく地震の影響



# 放射線量の計測と分析

- 自宅の建設が計測の始まり
- その瞬間をとらえる
- 反響など
- 放射性物質のゆくえ
- エンジニアは災害に学ぶ
- すべてが解明されたわけではない
- **まとめ**

## 情報発信の重要性

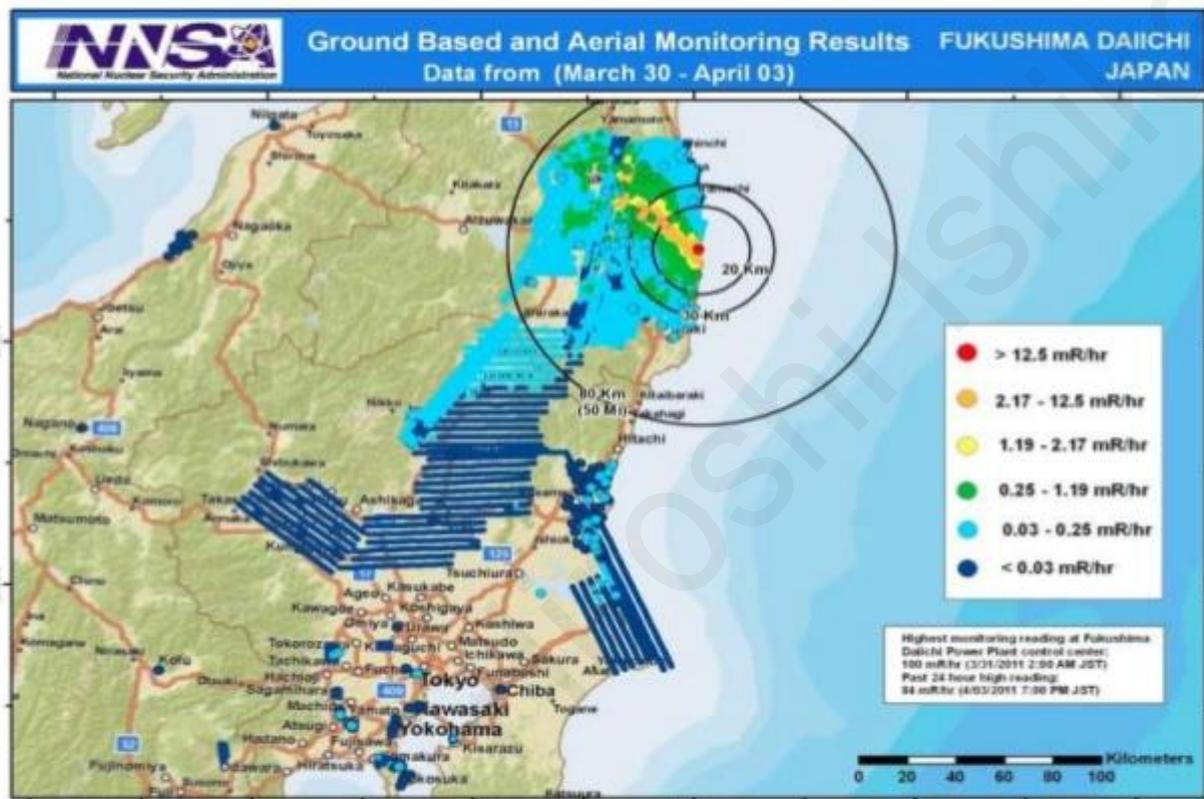
- 公的なモニタリングが停止していた
- 今回の事故で、適切な情報を与えられなかった国民は、深刻な不安に
- 情報公開は災害を直接防ぐことはできないが、不安をやわらげ、適切な行動が可能
- 情報は小出しにせず生のまま、リアルタイムで公開することが肝要
- 受け手も他人まかせにせず、質の高い情報により、自分の考えで行動すること
- 利害関係のない、第3者が計測することも意義がある
- 計測方法の標準化が必要
- 放射線量は、単独ではなく、気象データも併せて計測することがのぞましい
- 継続して計測すると、230km離れていても、現地の様子がある程度推測できる
- まだときどき漏れている。地下に、海に、空に

# 公表されなかったSPEEDI



- 113億かけて開発した「緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム (SPEEDI)」の情報が公表されなかった。ホームページに開示されはじめたのが、4月26日
- 本来の目的である、避難の情報に使われなかった
- 「放出源情報がないので使えない」と後説明
- 原子力災害対策指針 (2015.4.22)では「SPEEDIのような大気中拡散シミュレーションを活用し、放射性物質の放出状況の推定を行う」という文言が削除。

# 米国は逐次公表



- 米国エネルギー省は3月22日から、逐次公表
- アメリカ国防総省の無人偵察機による計測と、日本のSPEEDIを含む地上データ

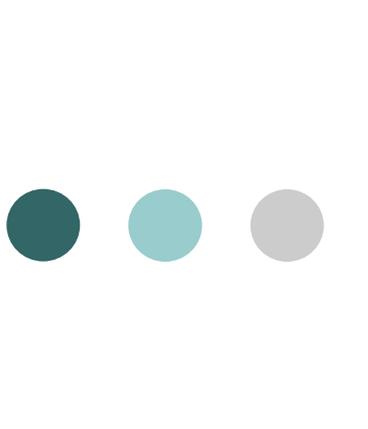
100mREM/h=1mSv/h

# 再稼働してだいじょうぶか

- 事故原因、いまだ謎だらけ。直接的原因を、実証なしに津波に狭く限定しようとしている
- 津波来襲以前に地震により壊れていた可能性がある
- 近づけないので、すべての原因は解明されない。対策は取りようがない

「本事故の推移と直接関係する重要な機器・配管類のほとんどが、この先何年も実際に立ち入ってつぶさに調査、検証することのできない原子炉建屋及び原子炉格納容器内部にあるため、未解明な部分が残っており、これについて引き続き第三者による検証が行われることを期待する」(国会事故調最終報告書2012.6.28)

- 原子力規制委員会は、「原子炉等の設計を審査するための新しい基準」を作成し、その運用を開始(2013.7.8施行)
- 充分事故原因を反映したものとはいえない
- 風通しの良い企業風土が前提 経営者の責任
- 外部に正しく伝えることが第一歩。隠す、ねつ造はもってのほか
- 廃炉によりすべての証拠が消滅する
- 事故はまだ終わっていない。記憶の半減期をおそれる
- 本質的安全性の高いトリウム熔融塩原子炉に期待したい



# 福島第一原子力発電所事故 における放射線量の計測と分析

- ご質問、ご意見を歓迎いたします  
[dr.ishikawa@ishikawa-lab.com](mailto:dr.ishikawa@ishikawa-lab.com)
- 本日の資料はアップしてあります  
「ナチュラル研究所」で検索  
トップページ＞プロフィール＞発表資料