

# ネットワーク技術と放射線計測を組み合わせる事で何が出来るか？

2011.9.30 (v6.1)

一宮 亮

高エネルギー加速器研究機構(KEK)\*

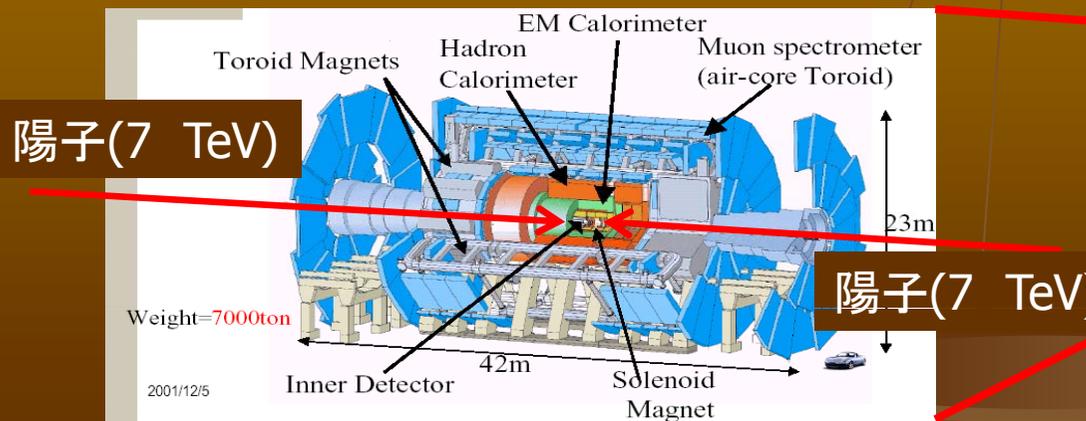
[お断り]本スライドで提案する内容や紹介する事物は、筆者(一宮)の個人的見解であり、所属する機関の活動とは完全に独立したものです。

\*([ryo@post.kek.jp](mailto:ryo@post.kek.jp)) 1

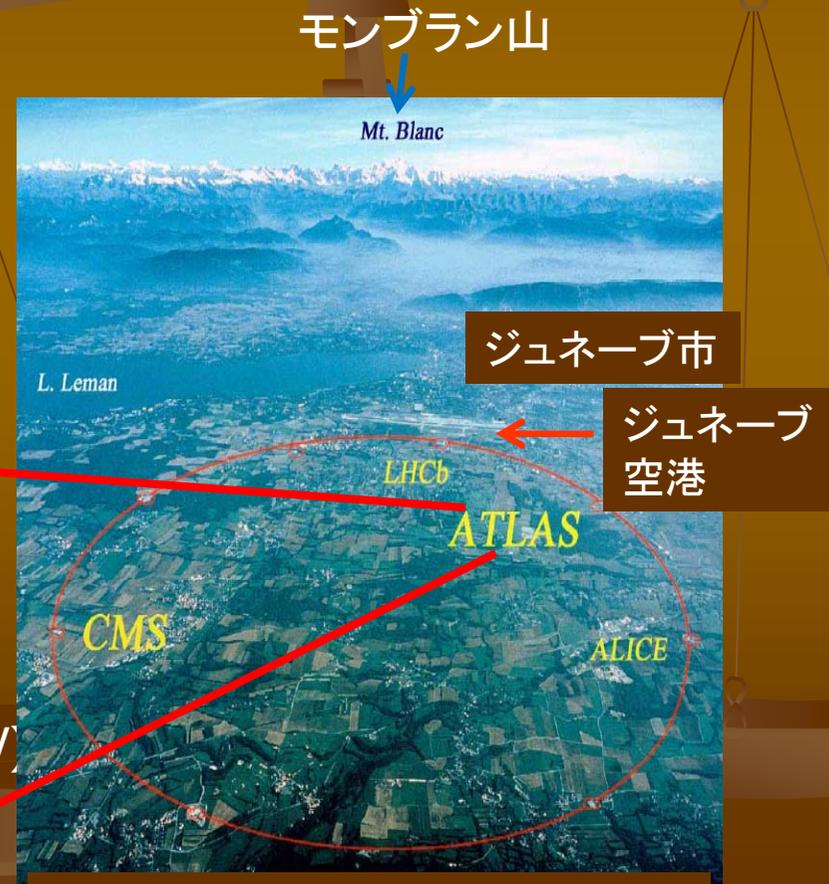
# 自己紹介

- 私は、素粒子(高エネルギー)・原子核物理の実験系研究者です。
- 素粒子や原子核の仕組みを研究するために、「放射線」を道具として利用しており、**放射線検出器**を開発したり、測定する事を日常的に行っています。

注: 研究所・大学では極めて厳格に管理されており、今では**管理区域**内の方が放射線レベルが低い！のが現状。



ATLAS Detector



世界最大のLHC加速器(周長23km)

# 動機

- 3月11日の東北大震災直後の福島第一原発事故以来、「国民の税金を原資とする研究費で研究を行っている者達として自分たちが持つ専門知識を使って社会貢献出来ないか？」という自発的活動が多数生まれました。(正式要請を受けた業務や自発的ボランティア)

## 何故やるか

基礎科学といえども、状況によっては「応用」を意識しなくても社会に貢献できることがある

この度は不幸にして、放射線計測の技を持つ研究者に出番が来た  
自分の研究のためにやるのではない（核物理学者の場合）

## 何が期待できるか

精密にデータを取ることで、現状の正確な把握から早期の復帰が可能な地点の同定

将来の精密な予測に使えるデータの収集により、住民の可能な限り早い復帰に寄与。そのために同質のデータが必要。

シンポジウム「物理学者から見た原子力利用とエネルギー問題」:

5) 物理学者の取り組み

大塚孝治先生(東京大学原子核科学研究センター) 講演資料

<http://www.soc.nii.ac.jp/jps/20110610sympodoc.html>

# 被曝スクリーニング・土壌資料の採取/分析

## スクリーニング作業の様子

郡山総合体育館 2011.3.22



郡山ビッグパレット 2011.3.23

1人あたり1-2分程度かけて、手の裏表、頭から足までの(衣服の)表面、および靴の裏を、GMサーベイメータで計測。



シンポジウム「物理学者から見た原子力利用とエネルギー問題」:

5) 物理学者の取り組み

大塚孝治先生(東京大学原子核科学研究センター) 講演資料

<http://www.soc.nii.ac.jp/jps/20110610sympodoc.html>

# 福島土壤調査



2011/06 福島土壤調査 サイトを公開しました  
 2011/07/19 空想線量の予測図を公開しました。まずは5年予測から、10年後、30年後は順次と共に関日アップ予定  
 2011/07/29 空想線量の予測図10年後、30年後を公開。予測図のまとめを公開。航空機モニタリング測定結果を公開

トップページ | 土壤調査参加者一覧 | ダウンロード

<p>● 高速PC対応 ● スマートフォン非対応                  ● タブレット非対応 ● 携帯非対応                  ※Google Earth インストール済みPC</p>	<p>● 低速PC対応 ● スマートフォン対応                  ● タブレット対応 ● 携帯非対応</p>	<p>● PC対応 ● スマートフォン非対応                  ● タブレット対応 ● 携帯非対応                  ※容量が2MBあります</p>	<p>● PC対応 ● スマートフォン非対応                  ● タブレット対応 ● 携帯非対応                  ※容量が2MBあります</p>
<p>● 高速PC対応 ● スマートフォン非対応                  ● タブレット非対応 ● 携帯非対応                  ※重いです。読み込むまでお待ちください</p>	<p>● 高速PC対応 ● スマートフォン非対応                  ● タブレット非対応 ● 携帯非対応                  ※重いです。読み込むまでお待ちください</p>	<p>● 高速PC対応 ● スマートフォン非対応                  ● タブレット非対応 ● 携帯非対応                  ※重いです。読み込むまでお待ちください</p>	
<p>● 高速PC対応 ● スマートフォン非対応                  ● タブレット非対応 ● 携帯非対応</p>	<p>● 低速PC対応 ● スマートフォン対応                  ● タブレット対応 ● 携帯非対応</p>	<p>● 高速PC対応 ● スマートフォン非対応                  ● タブレット非対応 ● 携帯非対応</p>	<p>● 低速PC対応 ● スマートフォン非対応                  ● タブレット対応 ● 携帯非対応</p>

## このサイトについて

このページは、文科省 EOCの福島モニタリング用の一事業として行われた、福島第一原子力発電所周辺の「放射線量分布マップ作成」プロジェクトにおいて収集されたデータの一部を表示したものです。  
 この土壤調査は国内の多くの研究者の協力を得て、6～7月に土壌採取、7～8月にガンマ線の測定を行ったものです。土壌の採取には大阪大学とJAEAが中心となり、9-4の大学等研究協力が機関と民間企業3社から40人の科学者等が参加しました。また、ガンマ線の測定は、東大と分析センターが中心となり21機関、340人の協力がありました。  
 参加された研究者はそれぞれ自身の研究時間を割き、この事業に協力してくださいました。これらの多くの協力なしには、約2200箇所、1000G以上のサンプルをこのような短期間で採取・測定することは不可能でした。

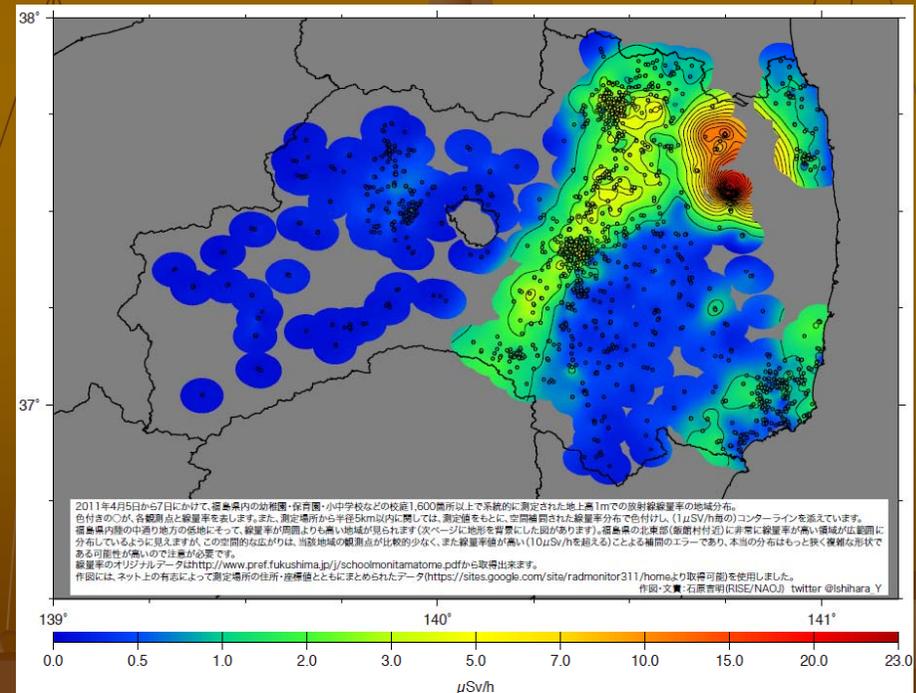
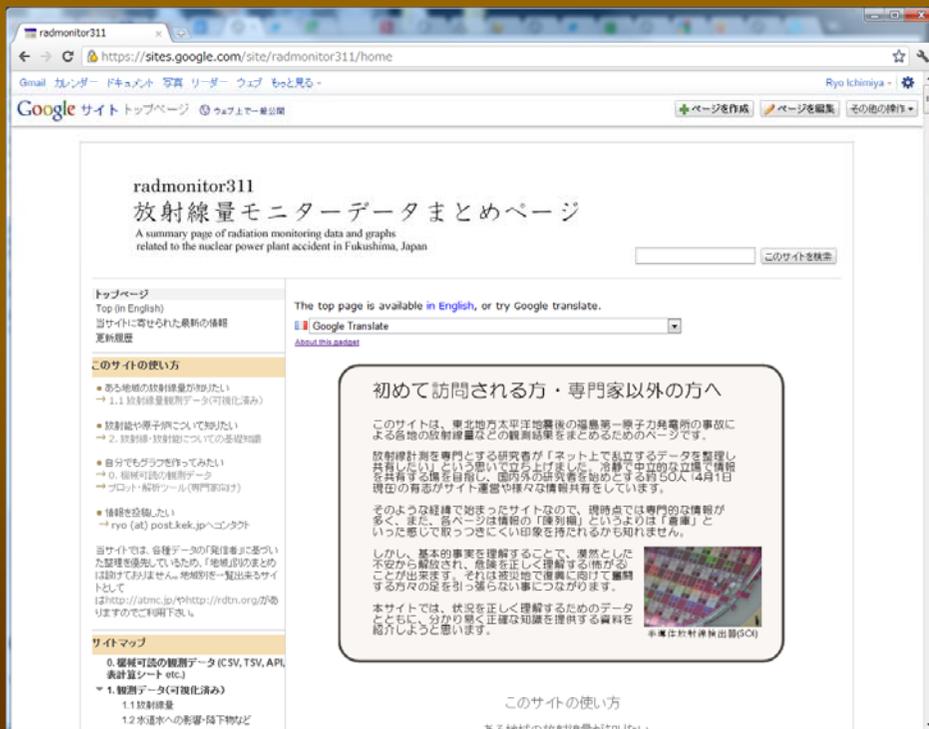
この場で皆様のご協力に對して深い敬意と、心からの感謝の意を表します。どうもありがとうございました。  
 尚、今後の採測において、現時点で採測中のものであり、まだ公開されていないものもございますが、今後、採測が済み次第、公開させていただきます。まずは、少しでも早くお知らせすることが重要と想い、今後このページを充実させていくという前提で公開させていただきます。

なお、文科省の発表は  
[http://radioactivity.mext.go.jp/ja/8distribution\\_map\\_around\\_fukushimaNPP0002/5800\\_090218.pdf](http://radioactivity.mext.go.jp/ja/8distribution_map_around_fukushimaNPP0002/5800_090218.pdf) 及び  
[http://radioactivity.mext.go.jp/ja/8distribution\\_map\\_around\\_fukushimaNPP0002/11555\\_0830.pdf](http://radioactivity.mext.go.jp/ja/8distribution_map_around_fukushimaNPP0002/11555_0830.pdf)  
 でご覧いただけます。また、その他の関連情報については文部科学省の放射線モニタリング情報にご覧いただけますのでご確認ください。

- 調査結果は文科省から発表されるとともに、左の阪大核物理センター(RCNP)のwebページにて様々な形式で公開されている。
- 研究のために培った放射線・放射能測定技術を生かした一つの例。

# radmonitor311

- では私(達)はどうするか？
- ネット上で乱立する放射線測定情報を、整理・可視化して集積する事を目的としたサイトを立ち上げました。基礎知識や資料などへのリンクもあります。
  - 作業用MLに約70人参加。
  - 長期に持続可能にするため、プロットの自動更新化を推進・推奨中。
  - 公的機関からのPDF資料を、機械可読データ化して蓄積。(準アーカイブ)



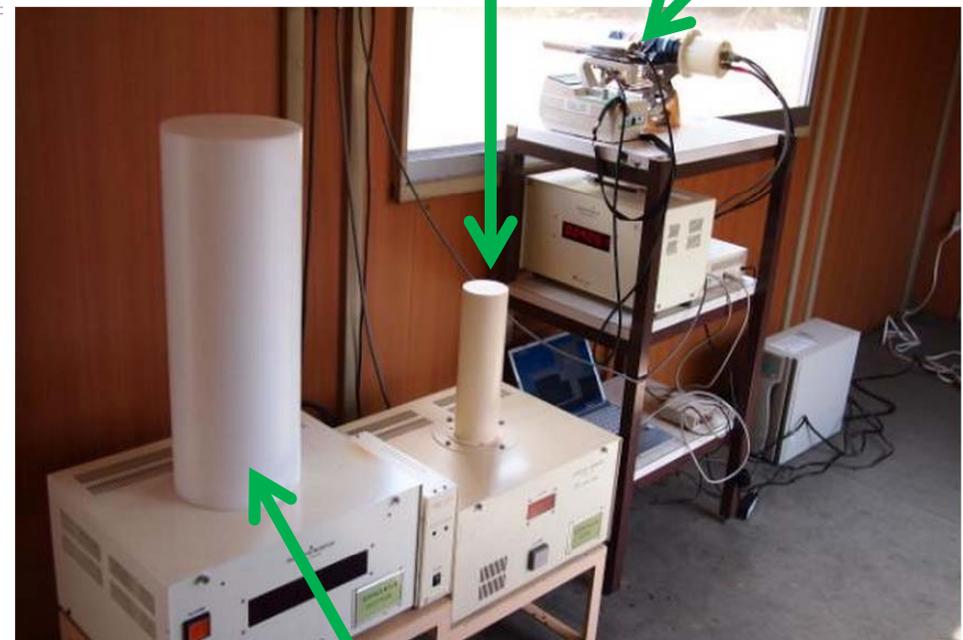
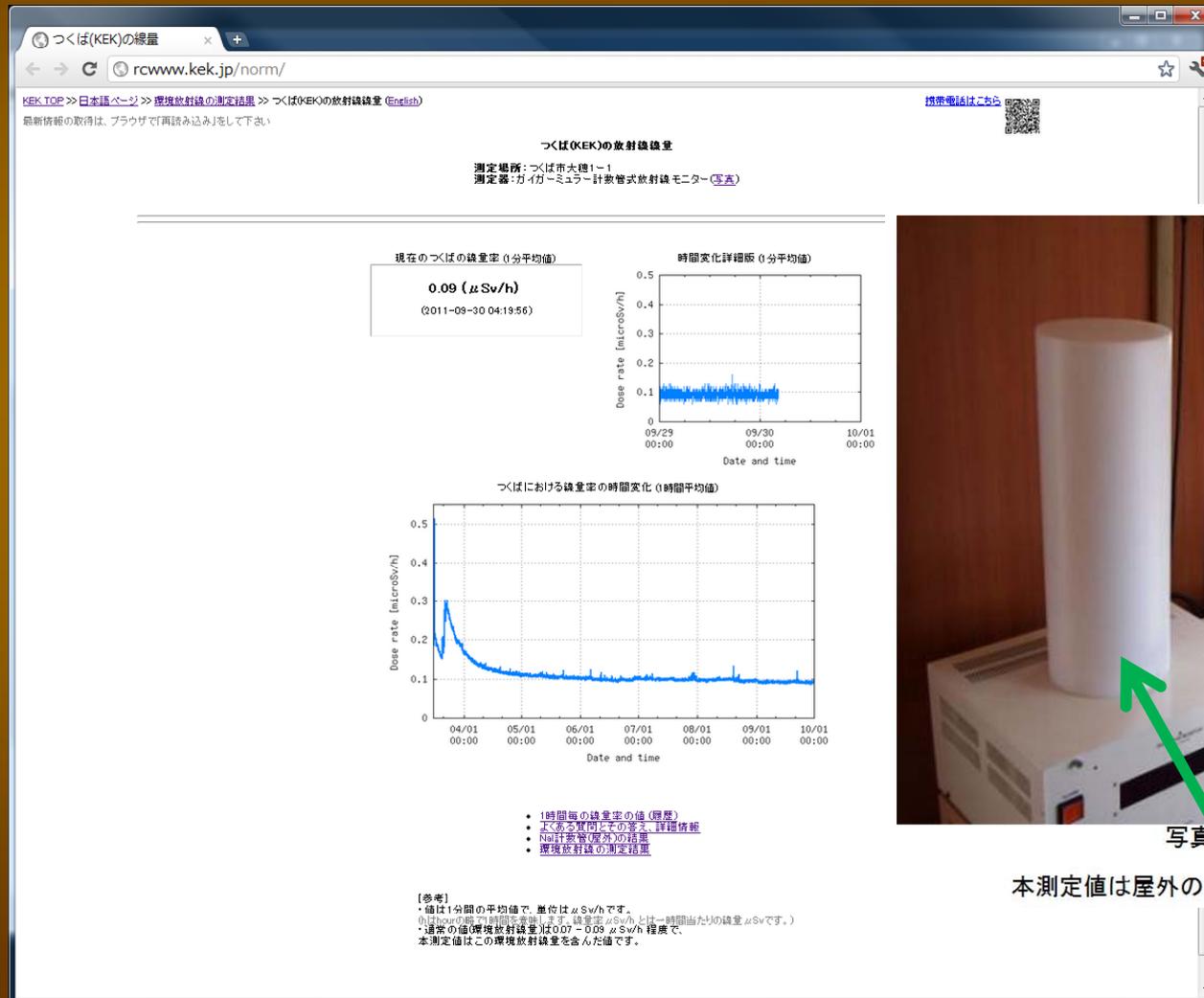
<https://sites.google.com/site/radmonitor311/home>

例: 福島県全域調査(4/5-7)

図化: 石原吉明さん(国立天文台) 6

# radmonitor311で紹介しているサイト(1)

- 高エネルギー加速器研究機構(KEK)
  - GM管による連続自動測定、自動更新(リアルタイムトレンド)のグラフ



GM管

NaIシンチ  
(スペクトル)

写真中央細い筒のGM計数管で測定

本測定値は屋外の測定値とほぼ同等であることを確認しています。

中性子検出器

# radmonitor311で紹介しているサイト(2)

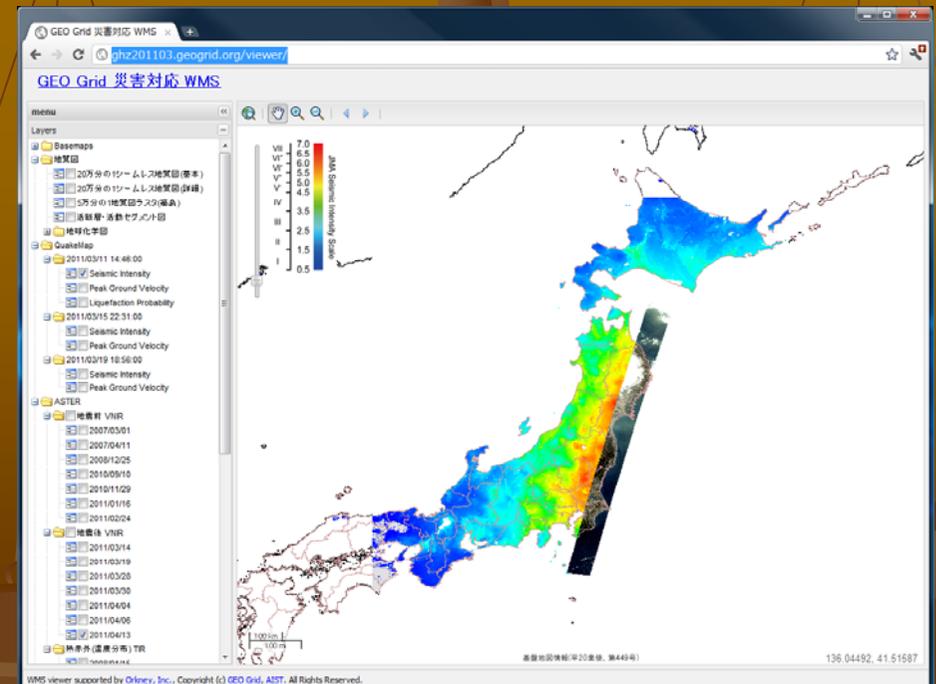
## ■ Geo Grid 災害対応タスクフォース(全国) by 産総研地球観測グリッド(Geo Grid)

- 産業技術総合研究所の地球観測グリッド(GEO Grid)では、この未曾有の地震津波災害の応急対応や調査研究、および、市民生活と経済活動の復旧・復興の活動をする方々を支援する目的で、被災地全域を観測した衛星画像による被害把握や地震動マップ等のハザード情報を提供しています。
- 各種情報は地理空間情報共有の国際標準であるWMSによる配信と共に、Google Earthにて可視化可能なkmzファイルを公開していますので、地名や道路などの各種情報と重ね合わせてご利用下さい。  
トップページ

WMSビューアー



<http://disaster.geogrid.org/>



<http://ghz201103.geogrid.org/viewer/>

# radmonitor311で紹介しているサイト(3)

## ■ SPEEDI収集モニタリングポスト(環境防災Nネット)の緯度・軽度情報と、周辺のアメダス(AMeDAS)データ[デジタル台風] by 北本朝展さん@国立情報学研究所

### ■ SPEEDI収集モニタリングポストの緯度経度とその周辺のアメダス(AMeDAS)データを網羅的に蓄積している「デジタル台風」の特設ページ。

トップページ

SPEEDI環境モニタリング+GPV風向・風速

SPEEDI環境放射線モニタリングポスト・原子力関連施設

文部科学省原子力安全課が運営する環境防災Nネットが提供する、日本全国の原子力関連施設(原子力発電所等)およびその周辺のSPEEDI環境放射線モニタリングポストに関する情報、さらにそれらの地点における数値予報モデルやアメダスの風向きデータ等に基づきリアルタイム気象情報を提供します。原子力災害時の情報源としてご利用下さい。

なお、原発周辺の風向き情報や放射性物質(放射能)の拡散予測シミュレーション等に関しては、福島第一原発周辺の風向きマップや数値予報モデルGPV比較などもご覧下さい。

**全国の地図 (Google Maps版)**

- SPEEDI環境放射線モニタリングポスト・原子力関連施設マップ
- SPEEDI環境放射線モニタリングポスト・原子力関連施設マップ (気象オーバーレイ版)

**全国の原子力関連施設のリスト**

- 【北海道】 泊発電所 (43.036800N, 140.514208E)
- 【青森県】 東通原子力発電所 (41.188233N, 141.388542E)
- 【青森県】 日本原燃(株) 濃縮・埋設事業所 (40.978408N, 141.353217E)
- 【青森県】 日本原燃(株) 再処理事業所 (40.961514N, 141.328400E)
- 【青森県】 (財)核物質管理センター 六ヶ所保障措置センター (40.961514N, 141.328400E)
- 【宮城県】 女川原子力発電所 (38.399547N, 141.499261E)
- 【新潟県】 柏崎刈羽原子力発電所 (37.429189N, 138.596314E)
- 【福島県】 福島第一原子力発電所 (37.422778N, 141.032339E)
- 【福島県】 福島第二原子力発電所 (37.316128N, 141.023308E)
- 【茨城県】 ニュークリア・デベロップメント(株) (36.474967N, 140.547131E)
- 【茨城県】 三笠原子燃料(株) (36.473961N, 140.544600E)
- 【茨城県】 東海発電所・東海第二発電所 (36.465994N, 140.607714E)
- 【茨城県】 (財)核物質管理センター 東海保障措置センター (36.464758N, 140.600586E)
- 【茨城県】 東京大学原子炉(弥生) (36.463578N, 140.599644E)
- 【茨城県】 日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター 原子力科学研究所 (36.455258N, 140.601189E)
- 【茨城県】 原子燃料工業(株) 東海事業所 (36.443225N, 140.575350E)
- 【茨城県】 日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター 核燃料サイクル工学研究所 (36.439472N, 140.603161E)
- 【茨城県】 日本核燃料開発(株) (36.270406N, 140.544608E)
- 【茨城県】 日本原子力研究開発機構 大洗研究開発センター (36.268289N, 140.554186E)
- 【神奈川県】 東芝原子力技術研究所 (35.532722N, 139.771275E)
- 【神奈川県】 (株) グローバル・ニュークリア・フューエル・ジャパン (35.236494N, 139.695650E)

SPEEDI環境放射線モニタリングポスト・原子力関連施設マップ (気象オーバーレイ版)

文部科学省原子力安全課が運営する環境防災Nネットが提供する、日本全国の原子力関連施設(原子力発電所)およびその周辺のSPEEDI環境放射線モニタリングポストに関する情報をグループマップの地図上に可視化しました。原子力災害時の情報源としてご利用下さい。

なおこのページでは、風向きや雨(雲)などの気象データもオーバーレイして表示できます。また、原発周辺の風向き情報や放射性物質(放射能)の拡散予測シミュレーション等に関しては、福島第一原発周辺の風向きマップや数値予報モデルGPV比較などもご覧下さい。

地図上の赤色マーカーは原子力関連施設の位置、黄色マーカーはSPEEDI環境放射線モニタリングポストの位置を示します。また赤色マーカーの周辺の赤い円は、各原子力関連施設の緊急時計画区域(Emergency Planning Zone: EPZ)を示します。

レイヤ選択: レーダー画像 GPV風向・風速 表示しない

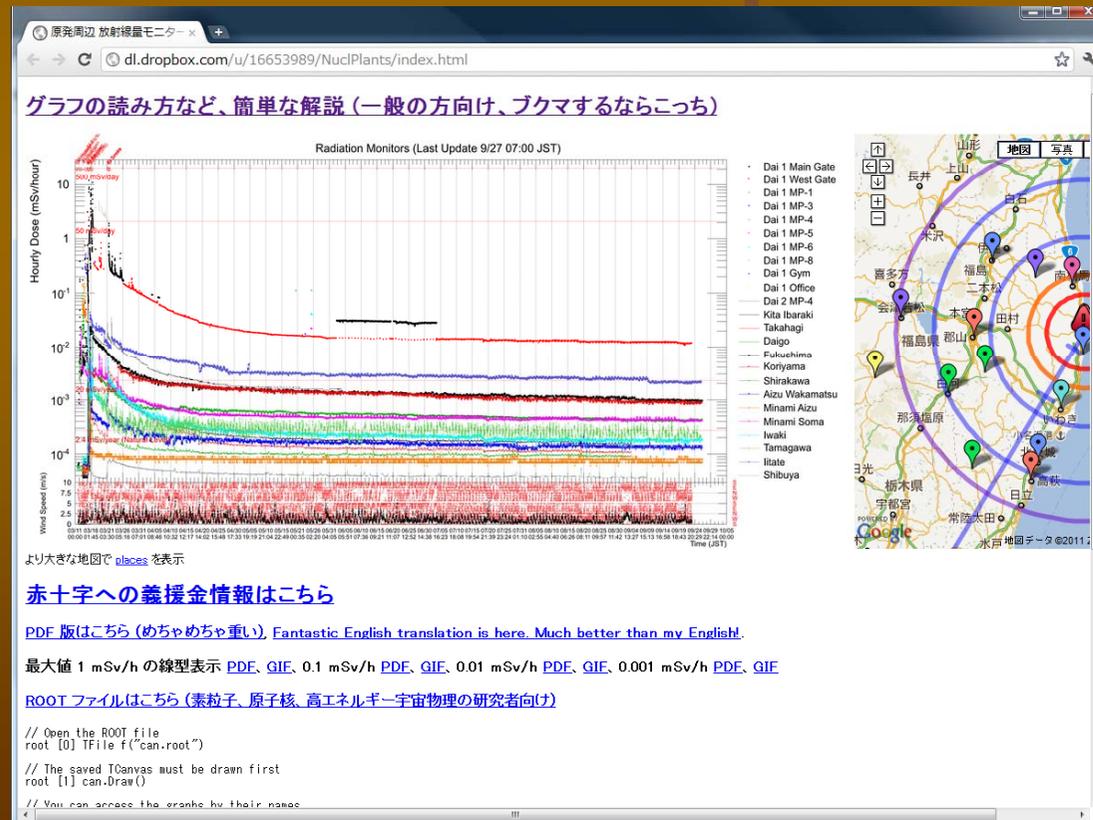
< 最初 < -6時 < -1時 < -10分 2011年09月30日 03:20:00 JST +10分 > +1時 > +6時 > 最後 >

<http://agora.ex.nii.ac.jp/earthquake/201103-eastjapan/radiation/speedi/>

<http://agora.ex.nii.ac.jp/earthquake/201103-eastjapan/radiation/speedi/weather-map/>

# radmonitor311で紹介しているサイト(4)

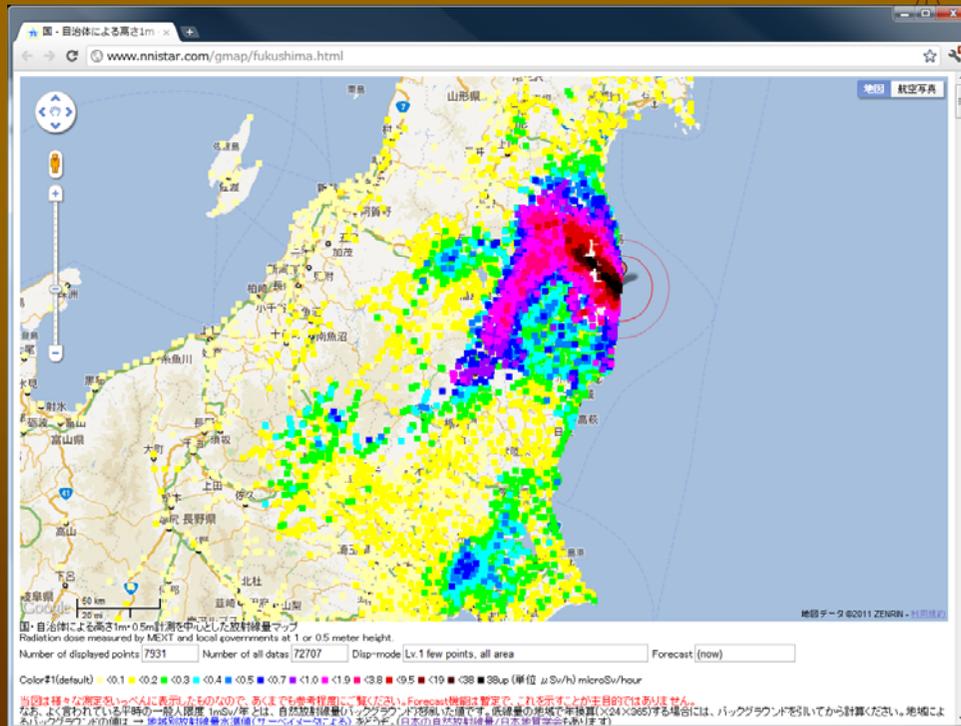
- 福島県を中心に、片対数表示に主眼を置いた表示 by 奥村さん@宇宙科学研究所(ISAS/JAXA) @AkiraOkumura
  - 片対数表示によるグラフ。特に、福島県と茨城県の放射線量の時間変化を知りたい方向け
  - 元々、物理の研究者向けに公開しましたが、一般の方でも理解可能なように説明したつもりです。
  - 10分に1回自動更新。使用データは手入力のため数時間の遅延があります。



<http://dl.dropbox.com/u/16653989/NuclPlants/index.html>

# radmonitor311で紹介しているサイト(5)

- 全国の様々な地図マッピング結果を一つのGoogle Map 上に重ね合わせて表示する ページ by @nnistarさん
  - 全国の様々な地図マッピングの結果をボタンで選択することにより任意に地図上にマッピングすることができます。
  - データ入力は、システム化してありますが有志による手作業ベース (Google Spread Sheet 入力)
    - 古いデータは@nnistarさんが手動でプロット対象外にしています。

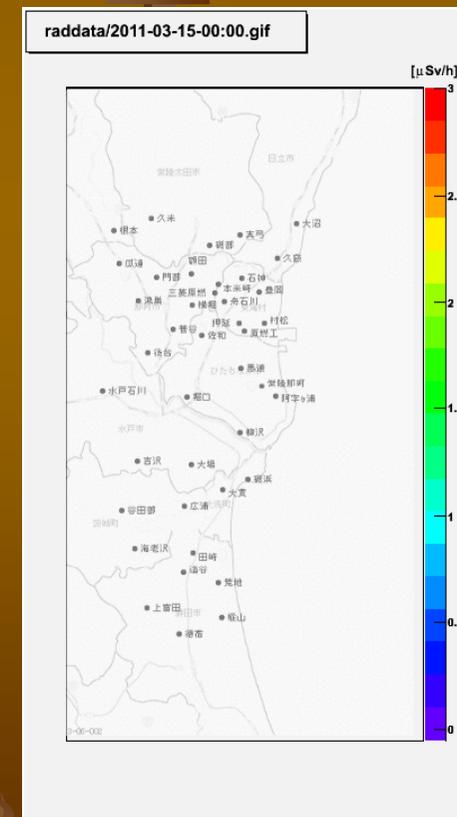
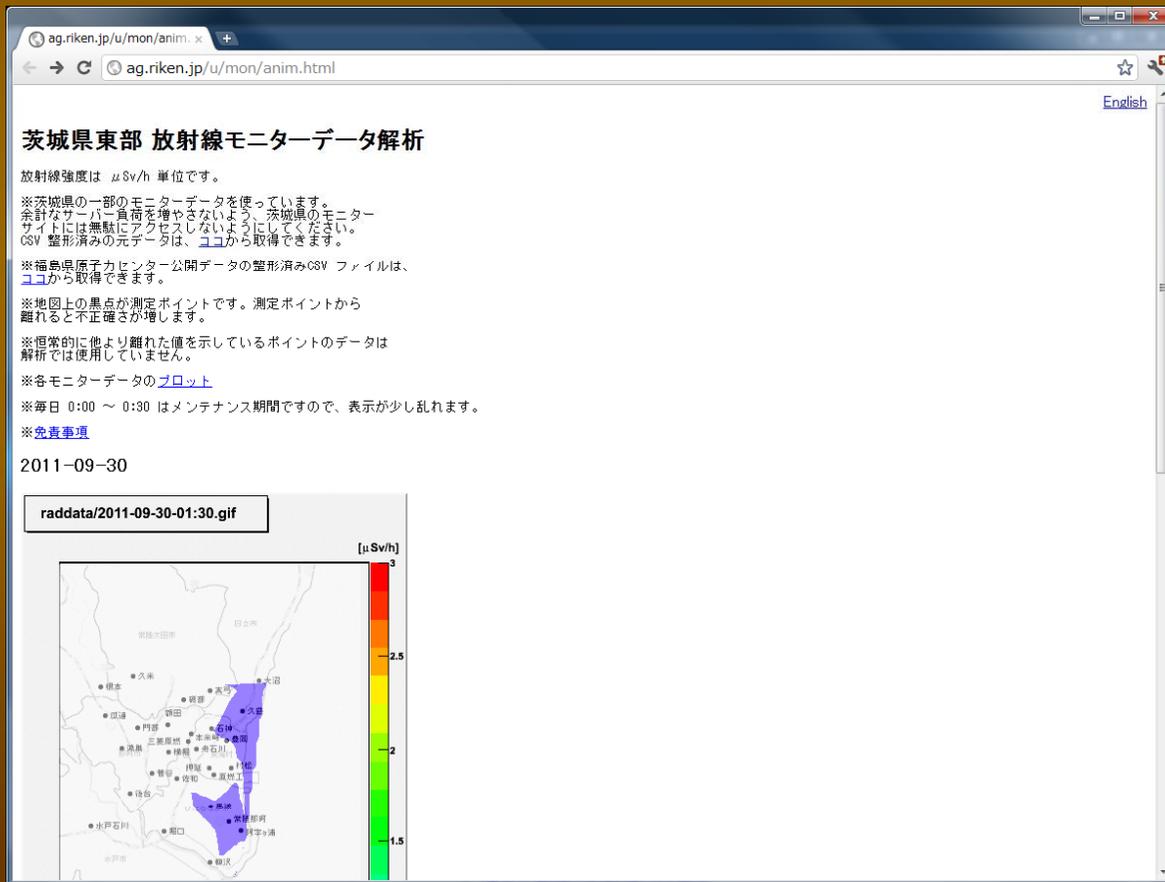


2011/9/30現在で、72,707点のデータが集積されています。

<http://www.nnistar.com/gmap/fukushima.html>

# radmonitor311で紹介しているサイト(6)

- 茨城県北部(福島原子力発電所の南側)の放射線レベルの時間・空間変化 by 理研仁科センター板橋さん, 自動更新
  - 原子力発電所付近に稠密に設置されたモニタを用いて、3/15, 3/21のプルームの移動を明確に示しています。



<http://ag.riken.jp/u/mon/anim.html>

<http://ag.riken.jp/u/mon/2011-03-15.gif>

# radmonitor311を約半年間運営して

- 数あるまとめサイトの一つとして、ネット上で乱立する放射線測定情報を、**整理・可視化**して集積する役割を果たしました。
- 様々な表現・伝え方がある中で、伝え方を工夫しつつ、客観的なデータの提供を続ける事が出来ました。
- 今後問題になるのは、次の2点かと思われます。
  1. データ集積や可視化に手動の工程が残っているものが多分にあり、特定のボランティアの方の貢献に依存している。  
i.e.更新停止になる可能性 & 永続性に欠ける。
    - [解] 公的機関からのPDF資料を、我々も機械可読データ化して蓄積(準アーカイブ)しているが、これをシステムチックに公的機関(例: 国立国会図書館、国立公文書館、情報学研究所、文科省)でやる。
  2. 公的機関等だけでは、まだまだ測定点が少ない。  
i.e. 通信業界で言う、「ラストワンマイル」が欲しい！
    - [解]一般市民の方の測定データも、測定・可視化のチェーンに組み込む。=>このスライドでの提案。

両者ともに、測定データを機械的に収録・配信するサーバを整備するのが必須

# ネット対応型の放射線測定器を普及させること によって行いたいこと

## \* 信頼性について

- 現在、ネット上で競って販売されている放射線測定器は校正が十分にされていない物も含まれており、かつスタンドアロンで使用されているものが殆どであるため、自分の測定値に異常があるのか、本当に異常な事態なのかをすぐに判別するのが困難である。
  - 2倍程度の増加が大きな社会的不安をもたらしている現在、ある程度の精度が必要である。
- そのため、一般の人が急いで購入されたサーベイメータも、殆どが宝の持ち腐れである。
- なので、日常的に放射線測定器を使っている大学・研究所の放射線管理部門の方や大学教員などが、週末に簡易校正＋使用方法の説明会を各地で開くとお良い。
- その一つとして6月11日に「ガイガーカウンターミーティング」を開催しました。(モデルケースとして)
  - <http://g-c-m.org/>

# ネット対応型の放射線測定器を普及させることによって行いたいこと(続)

## \* ネットワーク化について

- 各自が取ったデータはスタンドアロンでは「**個人用お守り**」。
  - いずれ、飽きるか、根気が続かなくなる可能性が高い。
- 自動的に測定し、サーバにアップロードすることで長続きする。
- また、近隣の測定データと**常時**相互比較することにより、測定器の異常なのか、地域的に増大があるのかを比較する事が可能となる。(より安心！)
- アップロードするサイトには、公共団体・研究機関のモニタリングポストなどを含めることにより、信頼性が高められる。
  - データの信頼性(校正レベル)によって階層化する。(1級、2級、3級)
- これらを行うことにより、真に意味のある(継続可能な)放射線検出器ネットワークが完成させられる。
- **継続的な相互補完された多くの観測点の確保が目標**

# ネット対応型の放射線測定器を普及させることによって行いたいこと(続)

## \* 校正方法について

- 一台ずつちゃんと精度を確保(校正)するとともに、正しい使い方を習うのが望ましい。(前頁の2級)
- しかし、それ以外の一般ユーザーも出来るだけ多く参加してもらう(前項の3級)事で、より細かい観測メッシュが出来上がる。
  - 量が質を産む!
- 局所的な高値が無い場所で、比較的安定している時には、近隣の1級の測定データや他の2級の観測データから内挿して求めた値と比較することにより、測定器の異常なのか、地域的に増大があるのかを比較する事が可能となる。
  - 衛星観測の分野ではこのような機器間のバイアス補正法は、**統計的空間平滑化法\***と呼ばれ、標準的な手法らしい。(山内正敏先生, 樋口知之先生, J. Zhuang先生)

★  
2級  
(0.13uSv/h)

★  
1級  
(0.120uSv/h)

★  
2級  
(0.13uSv/h)

●  
3級  
(0.38uSv/h)  
3級  
(0.12uSv/h)

★  
2級  
(0.11uSv/h)

# (放射線観測データ)サーバサイト

The image displays two web browser screenshots side-by-side. The left screenshot shows the Pachube website (www.pachube.com) with a search for 'radiation'. The map shows a sparse distribution of radiation monitoring points across Japan. The right screenshot shows the FONA website (maps.fon.com) with a search for 'radiation'. The map shows a high density of radiation monitoring points in a city area, illustrating the difference in sensor density between the two services.

- 左のpachube(パッチベイ)も一つの候補ではあるが、まだまだ測定地点が圧倒的に少ない。他に、研究所(産総研など)・メーカー系が立ち上げようとしている Sensor Observation Service ([http://www.ogcnetwork.net/SOS\\_Intro](http://www.ogcnetwork.net/SOS_Intro))もある。
- 携帯電話などのI/Fを用いることにより、せめて右図のような無料無線LANネットワークのFONAのような密度にしなければ、実用的ではない。
- 技術的な善し悪しよりも、如何に多くの人に使ってもらえるかが重要。
  - 誰もが使える程度に簡単にすべし！(皮を被せる)

# (放射線観測データ)サーバサイトへの条件

- 公開かつ簡単で共通的なインタフェースであること。
  - 例: TCP port 80, protocol: webDAV, データ形式: JSON他
- 集積したデータは囲い込まず、相互共有すべき。
  - イメージ: ブログサイトのトラックバックシステムのように、共通化した相互参照プロトコルを実装。
  - 既存の、Pachube やSOS(Sensor Observation Service)とデータの相互活用が出来るようにI/Fを実装する。
- コード一式はオープンソースである事が望ましい。

Googleのように他サイトのデータもクローリングして収集と良い。

# データ構造について

- 大方の測定情報は、東電、文科省、etc を問わず、また、放射線量 Sv/h、Bq/kg、風速、etc を問わず、ある物理量の時系列配列です。従って、これらの情報は原則として、
  - 測定された物理量毎、測定者ごとに、
  - ヘッダ部分のメタデータ、および
  - それに引き続く時刻-数値の配列として整理する事が可能です。  
たとえば、以下のようなデータ構造が考えられます。

項目	個数	値	(コメント)
タイトル	1	文字列	
出典	1	文字列	(データのオリジナル提供者情報)
出典URI	1	文字列	
データ種ID	1	データ種別ID	
データ名	1	文字列	
データ単位	1	文字列	
観測局名	1	文字列	
観測局ID	1	測定値ID	
観測局情報	2	緯度・経度	
更新情報	n	更新者-更新年月日時刻-URI-入力者	
データ	n	時刻-測定値	

# データ例

データ例:

=====

タイトル: 福島第一原発正門前放射線量

出典: 東京電力

出典URI: <http://www.tepco.co.jp/cc/press/index-j.html>

データ種ID: 放射線量

データ名: 福島第一原発正門前放射線量

データ単位: microSv/h

観測局名: 福島第一原発正門前

観測局ID: FukushimaNPS1-Seimon

観測局情報: xxx.xxx, yyy.yyy

更新情報: 2011/3/18 05:30 <http://www.tepco...>, dokoza\_no\_dareka

入力

:データ

2011/3/12 4:00 0.069

2011/3/12 4:40 0.866

2011/3/12 4:50 1.002

2011/3/12 5:00 1.307

2011/3/12 5:10 1.59

2011/3/12 6:30 4.92

2011/3/12 7:50 4.97

2011/3/12 8:00 4.89

2011/3/12 8:10 5.08

2011/3/12 8:20 4.77

...



# 送信クライアントは携帯やPCが最適

- [必要条件] ネットワークに何時でも接続していて、定期的に観測値にGPSデータ(ジオタグ)、時刻データを付けてアップロードすること。
- [移動測定の場合] 携帯電話ならば全ての条件を満たす。
  - ソフトウェア開発の面からスマートホンが良い。フューチャーホン(従来型携帯)は障壁が大きい。
- [固定測定の場合] PCかLANポート付の専用機。
  - ユーザーの邪魔にならないように。LANポート付の専用機はより良い。
- いずれにせよ、バックグラウンドで動作して、ユーザーの邪魔にならないようにすること。
  - イメージ: SETI@home(地球外知性の探索プログラム)
- 測定器との接続は無線が最適(Bluetoothなど)。次いでヘッドホン端子(Pulse,DTMF?)やUSB(開発ライセンスが大変?)。

# より身近な受信クライアントの例



The screenshot shows a web browser window with the URL [igeiger.info/index.php](http://igeiger.info/index.php). The page title is "アイガイガー" (Igeiger). The main content displays a radiation level of "0.098 μSv/h". Below this, it shows the location "最寄P: 茨城県鉾田市 上富田", the measurement time "計測時刻: 2011-09-14 15:00", and the distance "36.14km先の00:41分前の最新データ". There are two buttons: "今すぐ計測!" (Measure now!) and "独自計測データを登録する" (Register your own measurement data). At the bottom, there are social media links for Twitter and Facebook, with a count of 170 for Facebook.

<http://igeiger.info/>

- アイガイガー(合資会社飯野事務所 飯野 健一郎さん作)
- PC・携帯電話のGPS位置から最寄りの防災Nネット(SPEEDIの定期測定点)のデータを表示する仕組み。
- 最も簡便なインターフェース(ボトムライン)として有益。
  - PC,スマートフォン、タブレット、携帯(GPS無しでも基地局位置で)全てに対応。

ここで用いるデータに2級、3級を使えば、より近くの線量を見られる。

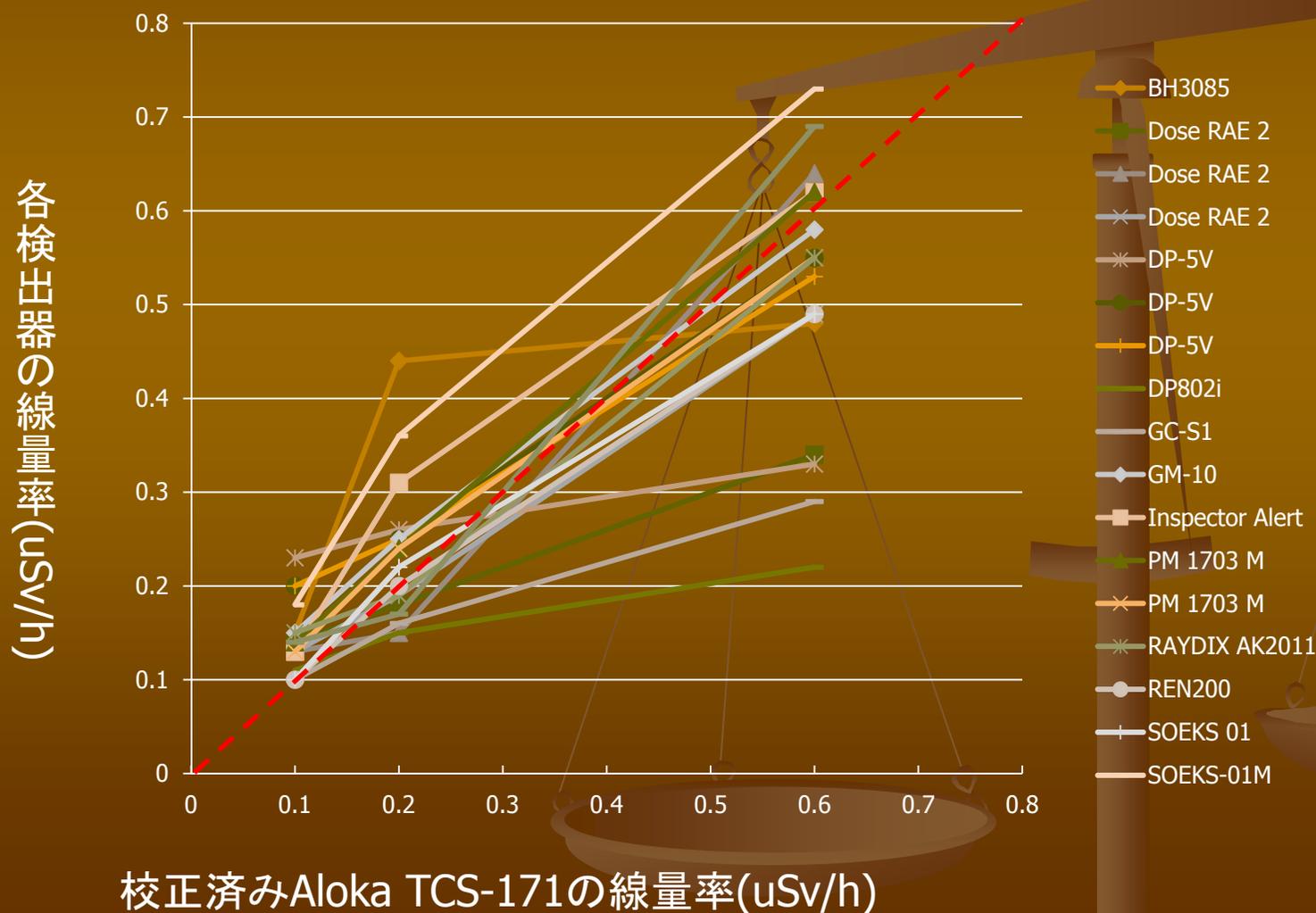
# 現状の低価格線量計の問題点のまとめ

1. 校正や品質管理が不十分な製品が多い。
2. 計数率(CPM)を求めるルーチンに問題があるのか、放射線の線量率に対して非線形な応答(突然に値が大幅に変化する)を示すものが見受けられる。
  - 校正を行っても、使い物にならない。
3. (前述の通り)ネットワーク対応やGPS・データロギングの機能が無いものが殆ど。
  - データの記録を手動で行わなければならない。

# 611ガイガーカウンターミーティングでの校正会データ (抜粋)

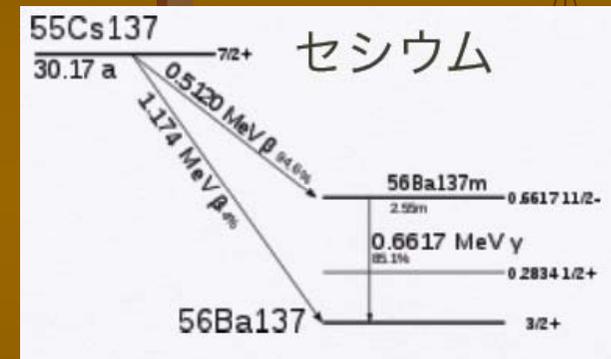
データは<http://g-c-m.org/>にあります。

- 正しく校正されていれば、赤色の点線上に乗っているはず。
- 少なくとも、ほぼ直線に乗っていなければ単純な校正は困難。



# 611ガイガーカウンターミーティングでの校正会

- 中心にCs137の密封線源を置き、校正済みの機器と等距離に置くことで読み値を比較する(鳴き合せ)。
- Cs137/134,I131など殆どの核種は、 $\gamma$ 線と $\beta$ 線は一對一で発生するので、 $\gamma$ 線を測るのが最も正確に放射性物質量を推定する方法である。



# 良く用いられる放射線検出器

## 1. GM管(ガイガー・ミュラー管)

- 安価でそこそこの感度の検出器が作れるメリット。
  - 量産性が悪いため、最近はやや品薄気味。
- ガス検出器のためγ線には感度が低い。

## 2. 電離箱

- GM管と基本構造は同じだが、印加電圧が低く自己増倍を起こさない領域で使用。高線量(>1uSv/h)用。

## 3. シンチレーション式検出器

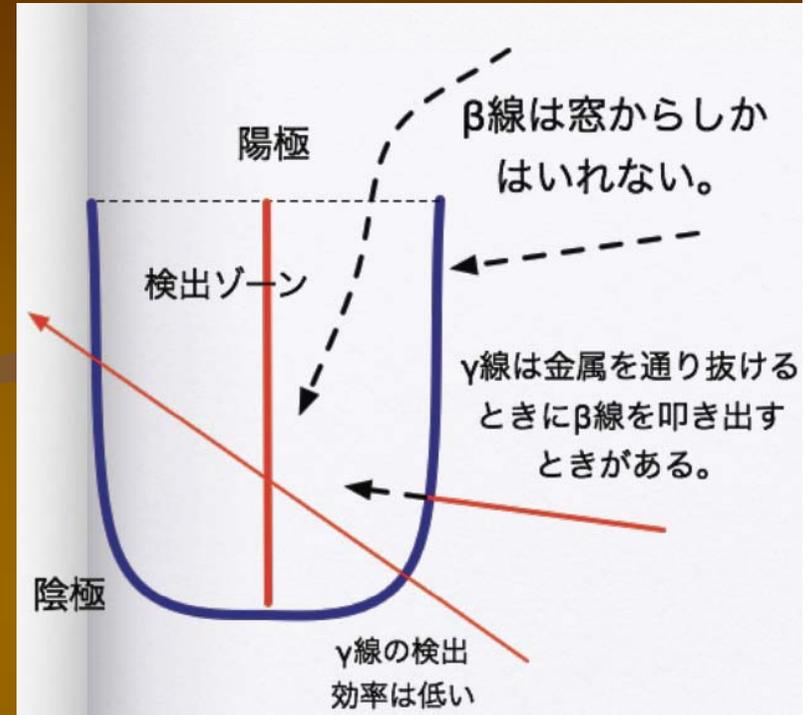
- 個体検出器のため、γ線への感度が高い。
- 結晶や高感度な光検出器が必要なため、やや高価。

## 4. 半導体検出器

- 安価な製品は有感体積が小さい。
- 量産は容易。

# GM管について

- 本来は、実験施設などの汚染場所を発見(サーベイメータ)するためのもの。
  - 従って、遠くまで飛ばないβ線を効率的に検出するように作られている。
  - 薄窓では、α線(十分に薄い窓の時)、β線を取り込み、高い確率で信号を発生する。
  - γ線は透過力が強いので、検出ガスとは滅多に反応しない。陰極の金属面に衝突して電子(β線)を作り、検出する。
- 従って、機種毎によって感度やβ線の寄与が違う。
- 但し、Sv/hはγ線で校正：
  - ・  $Sv/h = (\text{換算計数}) * (\text{CPM})$
  - ・ β線を拾うと、極端に大きな値に。



野尻美保子さん(KEK)のスライドから借用

# 純β線源(Sr90)で見る誤ったSv/hの読み

円中央にSr 90 (β線のみ) の線源

ALOKA  
TGS 121  
0.65 $\mu$ Sv/h

Inspector  
β遮蔽なし  
2.7 $\mu$ Sv/h

PM1207  
γのみ  
0.09 $\mu$ Sv/h

Gamma Scout  
窓が測定器上なので  
数値うつってない。

校正対象外なので、機種によりβ線への感度が異なることが分かる。

野尻美保子さん(KEK)のスライドから借用

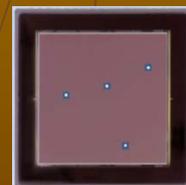
# 測定器をもっと増やすための検討

1. [松]市販の放射線検出器にクライアント(携帯・PC)への接続キットを追加。
2. [竹]スマートホン接続型の放射線測定器(例:ポケットガイガー)
  - 最近(2011/9/30現在)増えてきた。性能と限界を理解して使用することが重要。
3. [梅]Gamma Pix など、携帯電話のカメラを利用した放射線検出器。
  - センサの有感体積が小さいため原理的に感度はかなり低く、 $1\mu\text{Sv/h}$ 以下の低線量区域には適さないと思われる。高線量地域で他の測定器が手元にない時の緊急避難などには有効か。
  - 元々は核テロ対策用(dirty bump)で、大量の核物質が一般区域に持ち込まれた場合に監視カメラで放射性物質の存在を検出する事が出来る技術として開発していたらしい。
  - 余分なハードを必要とせず、ソフトだけで実現出来るのが最大のメリット。
  - 最近、様々な類似アプリもiPhone版で登場している。いずれにせよ**実用で使うためには個体差のカバーや高温時での安定動作の確認など十分に動作検証する事が不可欠。(ユーザーが予測不可能な誤作動が多ければ使い物にはならない。)**



Gamma-Phone Software

CCD/CMOSセンサ



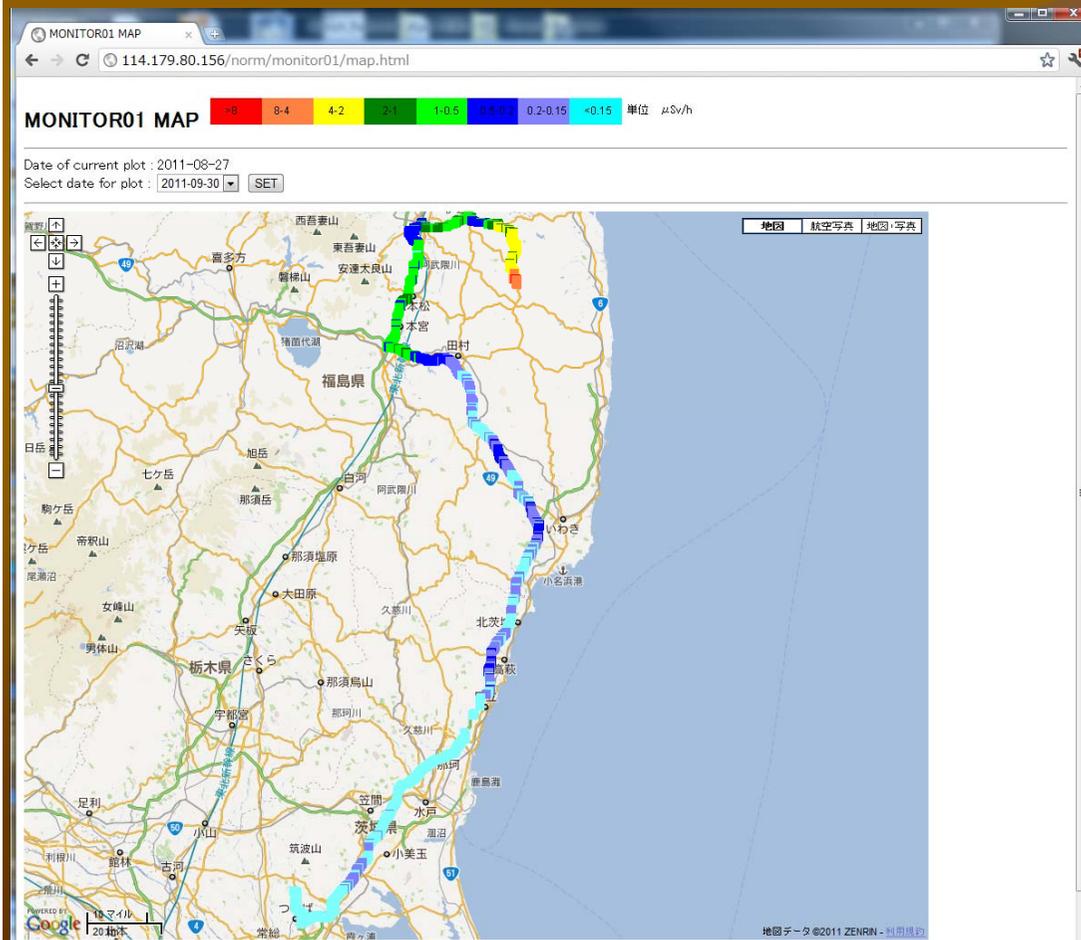
gammapix.com(Advanced Fuel Research Inc.)

注:ここで紹介している技術は可能性の検討であって、著者が推奨している技術の紹介ではありません。採用にあたっては個別に利点・欠点の検討が必要です。



# 考えられるユースケース

1. 各家庭のLANハブに直接接続し、定期的にネットワークにアップロード。
2. 車載型(ポータブルGPSに内蔵など)にして、車の移動中の線量分布を定期的にネットワークにアップロード。
3. GPSロガー内蔵にして、20km圏内一時立ち入り時のサーベイを行う。



放射線モニター@ふくしま再生の会  
<http://114.179.80.156/wordpress/>  
(2011/8/27: つくば市→飯舘村)

# 皆様へのご相談

- このような草の根運動は世界中にいくつもあります(我々素粒子・原子核物理だけでなく、地球科学・環境分野にも同様の動きを知っています)が、この計画のように一般に普及させるには、幾つかのネックがあります。また、行政を巻き込む必要も有るかも知れません。
- 放射線関連企業の方には、測定器の開発アドバイスや(簡易)校正と言った面でサポートして頂けませんでしょうか？ロット管理への関与でも良いのではないかと思います。
- 放射線管理部門の方や放射線業務従事者である大学教員などの方には、週末に簡易校正＋使用方法の説明会を開くなどのご協力を頂けませんでしょうか？
- ソフトウェア技術者・通信キャリアの方には、計測データをバックグラウンドでGPS・時刻込みで自動アップロードするソフトウェアを開発して下さいませんか？サーバ系もお願いします
  - 無線(Bluetooth)やマイク・オーディオ入力(iGaiger方式)の携帯ソフト。
- **我々基礎物理の研究者はマンパワーが乏しいので、推進力のある皆様のプロジェクト(複数歓迎)と合流して共同開発する事を望みます。我々は黒子となるのが望ましいと考えて居ます。**



ご静聴ありがとうございました。

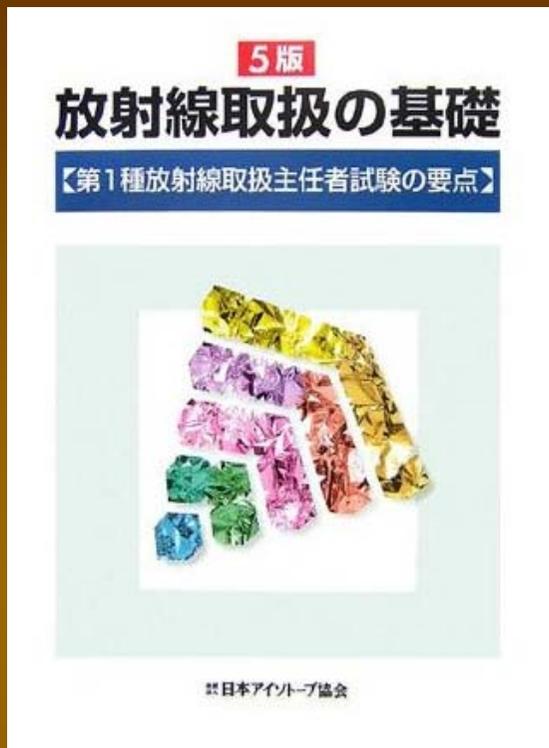
# Reference

- 統計的空間平滑化法(特に簡易法のKriging法)の参考文献として

- Cressie, N. A. G. 1993, *Statistics for Spatial Data* (Wiley Series in Probability and Statistics), chapter 3.
- Cressie, N. A. G. 2011, *Statistics for Spatio-Temporal Data*, (Wiley Series in Probability and Statistics), Section 6.2.

を山内正敏先生(スウェーデン国立スペース物理研究所(IRF))を通じて樋口知之先生・Jiancang Zhuang先生(統計数理研究所)に教えて頂きました。

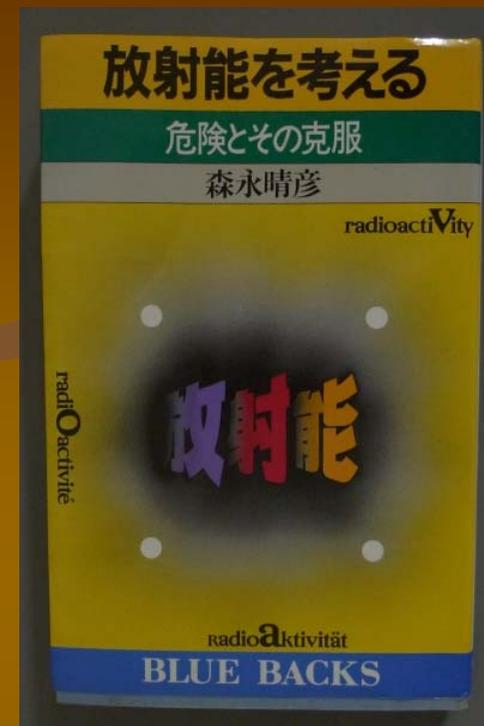
# 参考になる本



- 放射線取扱の基礎—第1種放射線取扱主任者試験の要点 [単行本]

- 日本アイソトープ協会 (編集)

- 放射線取扱主任者試験のための参考書だが、放射線・放射能についての知識が万遍なく記述されている。勉強ついでに受験するのも良いアイデア。(合格すると実習を受ける事が出来る。)



- 放射能を考える 危険とその克服 [講談社ブルーバックスB568] (絶版?)

- 森永晴彦(著)

- 1984年に書かれた本だが、内容は今でも新鮮な提言に満ちている。

- 「具体的にどのような方策によって放射能の危険を克服しうるか」