

平成 27 年度応用理学部会研修会

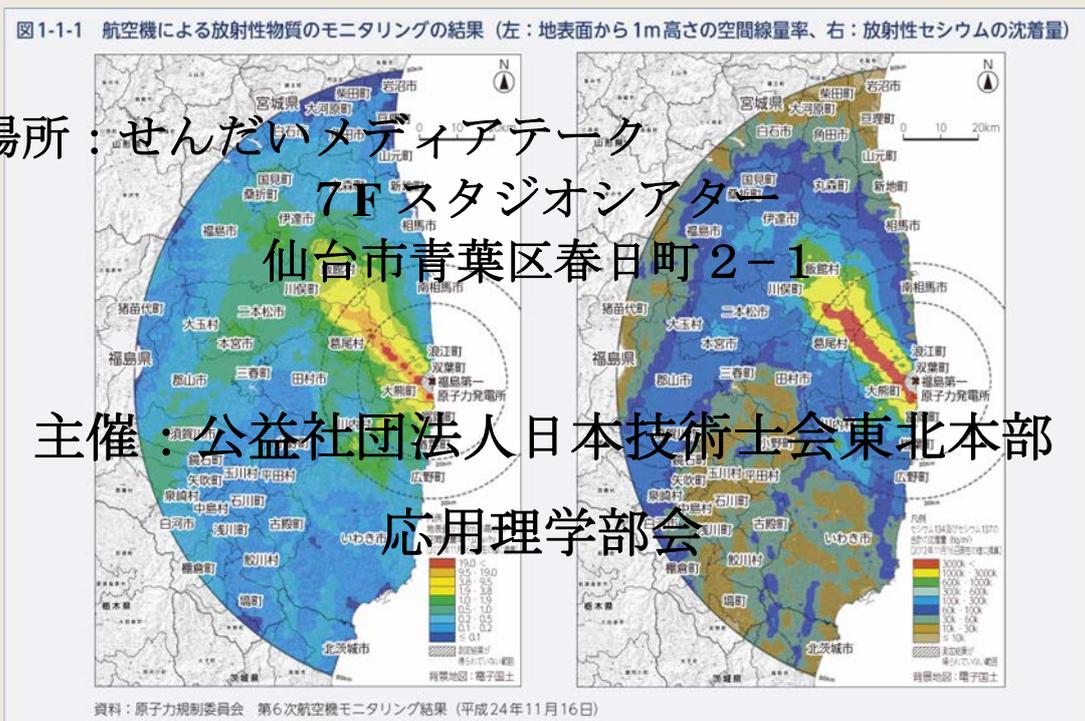
# 福島第一原発事故による市街地汚染 と除染の現状 ～一市民による計測と考察～

講師： 田野久貴氏 (工学博士)  
(パムツカレ大学名誉教授 (トルコ国立))  
元日本大学工学部教授、  
元日本応用地質学会東北支部長)

日時:2015 年 9 月 11 日(金)  
14:30～16:30

場所：せんだいメディアテーク  
7F スタジオシアター  
仙台市青葉区春日町 2-1

主催：公益社団法人日本技術士会東北本部  
応用理学部会



## 講師略歴

- 1941 群馬県高崎市生まれ (現在 郡山市在住)
1965. 3月 東北大学理学部地学科卒
1969. 3月 同大学院土木工学修士課程修了
1969. 3月 同工学部助手 (土木工学科材料・構造力学研究室)
1974. 4月 日本大学工学部講師 (郡山)
- 1990 工学博士 (東北大学)
- 1992 日本大学工学部教授
- 1998 トルコ・カッパドキア地下遺跡調査
- 2000 トルコ・ババダー町地滑り調査開始、簡易AE計測装置開発
- 2002 ババダー町に地滑りモニター用AE装置他を設置
- 2003 早大・吉村隊に協力してエジプト古代地下王墓のモニタリングに参加
- 2006 同町にて、地滑りのモニター結果の報告会
- 2007 トルコ政府、不安定地域の町民約2000人移転に同意  
(新しい町を作り現在移転完了している)
- 2008 2月 ババダー町移転のきっかけを作った・他の功績により  
トルコ国立パムッカレ大学より名誉教授を受ける
- 同 3月 日本大学工学部定年退職

大学では、構造力学、地質工学、地学概論等講義

1990年代後半は自然・地盤災害のモニタリングのための簡易的計測装置の開発に従事。東北では青森県を除き各県にAEモニタリング装置を設置  
ここ数年、岐阜県御嵩町にてAEモニタリングを実施中

2011年4月以降、線量計・ベクレル分析器を入手して放射線のモニタリングを始めデータの収集をはじめている。目下勉強中

以上

# 福島第一原発事故による市街地汚染と除染の現状

## — 市民の計測と考察 —

パムッカ大学 (トルコ) 名誉教授 工博 田野久貴

### 1. 放射線計測にいたる経緯 (まえがき)

もともと、岩盤崩落、地滑り、陥没などの監視すなわち Field measurement を主要な研究テーマとして来た筆者にとって、表題のような事柄は初めての経験であった。岩盤をはじめ固体材料が破壊をするとき、目視出来るような亀裂の出現前に、耳では認識出来ない微少な超音波が発生することが知られている。この音波を略して AE と呼んでいるが、このシステムは本来高価であり電源のない所では長期の観測は困難であった。そこで、この AE 波をパルスに置き換えて記録する (この方法自体は既に実用化されている)、簡便安価なシステムを構築した。そのため、国内を始めトルコやエジプトといった海外へも計測に出かけた。岐阜県御嵩町亜炭廃坑陥没対策に伴うモニタリングの要請があり、現在も計測している。前置きが長くなったが、空間線量を計測する方式は、**図 1** に示すように飛び込んでくる放射線を一個一個パルスに置き換えることが基本である。特に GM 管 (発案者ガイガー・ミュラー) を使ったものは、GM 管、高電圧昇圧回路、パルスカウンター、乾電池があれば自作可能である。事故当初は、線量計が品薄かつ粗悪品が出まわって簡単には手に入らず、1 号機はアメリカから入手した。この間、秋葉原に通って自作するために相当な投資をしたが、入手した十数本の GM 管自身に粗悪品多かった。ようやく届いた GM (ガイガーカウンター) をもって、暫く閉鎖され、やがて閉鎖が解かれたある公園に出向いて驚いた。相当な高線量でありなぜ封鎖が解かれたのか理解出来なかった (**図 2**)。そのうち、行政によって、公園の線量を示す表示板が立つようになったが、測定器の誤差があると言っても実測と表示には大きな開きが認められることが多かった。

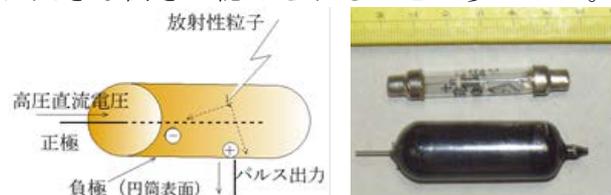


図 1 空間線量計 GM 方式の原理と GM 管の例

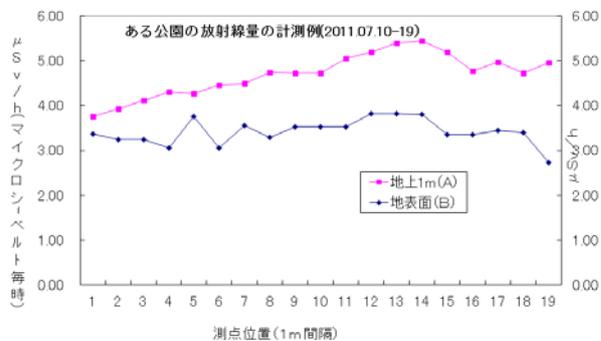


図 2 放射線汚染 4 か月後に開放された公園の線量



図 3 いつの間にか増えた各種の空間線量計

計測にはある程度の時間を要する。また、おおざっぱに線量の分布を知るためには高さ方向の三点同時計測が望ましく線量計を数多くそろえる必要が生じる。**図 3** はいつの間にか増えた線量計を、**図 4** はこれらにより得られた計測結果の一例である。これらの代わりに、有名ブランドの線量計を 1 台くらいは十分入手可能であるが、計測対象の広さを考えると一台では足りない。一箇所 5 台ずつ、4 箇所配置すれば 20 個必要とするが、要する時間は十分の一以下で済むのである。



図 4 住宅の内外と経過年数による線量の比較

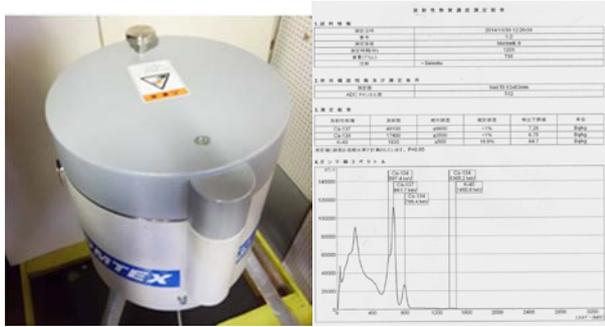


図5 ベクレル分析器 ATOMTEX1320A と分析チャートの例

## 2. ベクレル計測の必要性 (ホットスポット)

放射線のはかり方について原理的なことはGM方式に関連してすでに述べた。要するに放射線粒子（正確な表現ではないが）の毎秒当たりの数を数えるのであるが、放射線源に近ければカウント数は多くなり、遠くなれば減る。また、同一距離でもある強さの線源が少量な場合と多量な場合とでは空間線量は異なってくる。このように「空間線量」は線源の強さのみならず、その分布条件でも異なってくる。人間が空間にあるとき、飛来する放射線を外部から浴びるので、これを「外部被曝」と呼んでいるが、市販されている「線量計」はこの程度を計る装置である。したがって、高線量の汚染物質があっても、少量なら空間線量計では殆ど感知出来ない。そこで一握りの試料の示す放射線強さ、いわば絶対値を知る必要が生じる。これがベクレル分析器である(図5)。これは、極めて高感度であるため、センサーの周りを厚い鉛などで覆う(遮蔽体)必要がある。なぜならば、震災前の非汚染の状態であっても、我々の周りには、何種類かの放射線が飛び交っていてこれらによる誤カウントまず防がなければならない。無論遮蔽体があっても、外部に由来するカウントをゼロにすることは極めて困難であるから、これをあらかじめ計って(バックグラウンド)記憶しておき、測定値から差し引く。よって、余り空間線量の高いところでは、遮蔽体があるといっても計測は実質不可能となる。空間線量計の数値にはシベルトSv(普通その百万分の1、 $\mu\text{Sv}$ が使われる)が、物質の単位量当たりの放射線強さには、ベクレルBqが用いられる。定義は単位量当たりのカウント数/秒である。このベクレルは、例えば汚染土壌が1キロ1000Bq/kgのとき、半分の500gでもベクレル値はかわらない。最小限、数百g程度は必要であるが、十分な量の試料が用意できない場合は、100g以下で計測せざるを得ない。この場合はデータは、一つの参考値となる。

計測時間は60分を標準としたが、数ベクレルと小さい目標値の場合は180分まで測定時間を延長する。図5の最小計測値はメーカーのスペックでは3Bqベクレルである。放射線はそれぞれ独特の強さを持つエネルギーを発生し、そのエネルギーの強さをより分けて、横軸にエネルギーとすると図5の右に示すようなスペクトルが得られる。このピークの位置から核種が決められる。測定核種はCs134と137、K40とI131のガンマ線である。空間線量計測もベクレル分析も放射線の数を知るから、条件を整えれば、両者にはある程度の相関があるはずである。当初深さを変えてGMで線量を計り、筆者の元勤務先のベクレル分析により相関を求めたこともある(図6)。結局、土壌など食品以外のものの放射線強さを知るには、ベクレル分析器を入手せざるを得ないことになり、今日に至っている。

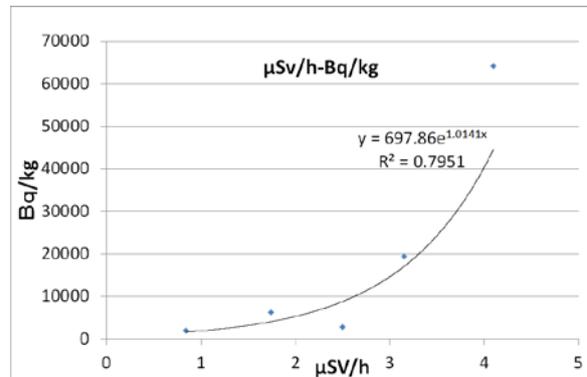


図6 線量の高いところの土壌のSvとBqの相関の例

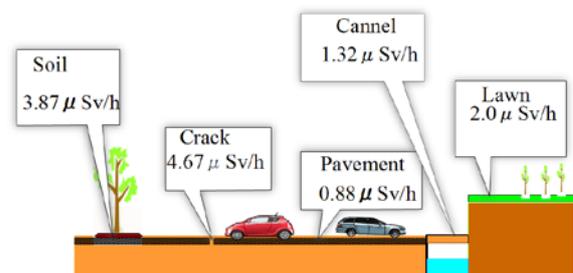


図7 周囲より数値の高いホットスポット計測例

## 3. 低線量被曝と「除染」の不徹底

公共施設の除染後も周りより高い「ホットスポット」が存在することを前述したが、四年も経ってようやく住宅除染の順番が回ってきた。粘土層にCsは沈着しているから、5cm位(人によっては2.5cm)を剥土する。除草をし、コンクリートはごく薄く削り取り、立木のある程度の剪定をする。仮置き場も確保出来ないので、当該敷地内にピットを確保しそこにシートを敷いて汚染物を埋設し、30cm程の非汚染土で被覆する。汚染度の比較的低

い土壌でも、前述した理由で空間線量非常に高くなるが、この程度の被覆でも  $0.2 \mu\text{Sv/h}$  に落ち着く。公園などの除染と同様部分的に高いところは残るのである（図7）。特に樹木はその周りの除去だけであるから、汚染土を抱えていると言っても過言ではない。除染が終わって、きれいになったと思いつむ人の中には、自家菜園の野菜や果実などを通じて内部被曝をする人が出てくるであろう。被曝量が  $100\text{mSv}$  以下では問題ないという、いわゆる「低被曝」の問題には多くの議論がある。

#### 4. 自然放射線と細胞の自己修復機能

行政が徹底した「除染」をしないのは、国が低被曝線量問題なしとしている事と重なる。一方、自然には始まりがあり、今でも放射線の充ち満ちた宇宙があり、地球はこれらが緩和された環境にあるが何らかの自然界由来の環境放射線を生来あびて生きている。これは、細胞が傷ついても修復する能力があるからに違いないが、我々はそれを自覚出来ない。筆者の昨年のホールボディカウンターの結果では、体内の K40 は約  $4500\text{Bq}$  であった。こう言った事実が、低被曝お構いなしとの根拠のひとつとなっている。癌や白血病が引き合いに出されるが、他の病気についてはその影響の証明は難しいのであろう。何しろ人間  $60$  兆個の細胞からなるためである。このような背景が、低被曝線量問題や除染の方法論を複雑にしていると云えよう。

#### 5. チェルノブイリと日本

1986年4月26日に、黒鉛炉の4号炉が爆発し、欧州や日本も其の影響を受け多くの核種に見舞われた。その後、我が国でもこれに関する報道、特に研究レポートが多く報告されているようであるが、市民の関心も次第に薄れ、筆者も其の1人であった。原子力関係者からは「日本では炉の形式も異なるので心配無い」という、宣言がなされた位である。トルコに所用があり、キエフまで足をのぼし4号炉から数百mの所に線量計をもって立った。図8には、27年を経ても収まらない現実が示されている。自宅の地盤を掘り下げて行くと、粘土質であることもあって、深さと共にベクレル値は急激に下がる。どこまで掘れば影響がないのか、それを明らかにするには、汚染前のデータが必要だが残念ながら判らない。そこで、自宅床下から試料を採取して計測した結果は、庭を掘り下げた時の約  $40\text{Bq}$  前後の値を示した。この値が汚染以前の値に近いのか現時点では不明である。福島市の住宅地の

除染時のピットを掘り下げの際  $1.4\text{m}$  の底近くの土壌をもらい受けた。これを分析した結果は、Cs として約  $90\text{Bq}$  が得られた。土質は埋め立てた砂質土に礫混じりで、相当深部まで比較的早期に Cs が沈降したことを意味するものであろう。この数値は郡山の自宅では約  $15\text{cm}$  深さの Bq に相当する。

#### 6. おわりに

ベクレル分析器を入手せざるを得なかったのも、行政の出先では飲料と食品以外分析禁止であることであつた。しかも、これらのデータはマル秘である。樹皮などにも指定廃棄物並の汚染が見られる。食品以外は、誰がどうやってデータを集めるのであろうか。

原発を大いに推進しようとする立場からは、「汚染」という現実を見せないことは必要なことかもしれない。原発問題は環境問題であり、温暖化の懸念とそれに伴って生じるであろう難民問題は、原発を推進する立場からは追い風かもしれない。こうなると、原発問題はより複雑さを帯びてくる。ライフスタイルも変えたくない、原発も必要というのが最も安易な方向であろう。この場合、無責任と言われなければならないためには最近では  $100$  万年先までを保証しなければならないらしい。「完璧に制御されている」らしいが、「最も得意とすることで減じる」という指摘もある。そうならないことを切に願いたい。1人ひとりの問題である。



図8 石棺前の計測の様子（上）と計測結果（下）