

—放射性物質吸着剤ゼオライトによる
環境中の微量放射能の監視から—
「ゼオライト測定で見た、再浮遊再降下について」

2019年5月18日 たまあじさいの会 講演資料
二宮 志郎

ゼオライトによる微量放射能測定を始めたわけ

- 微量放射能漏れといえども察知して告発する市民の存在で安易に原子力施設を運営しようとする管理者たちに大きなプレッシャーをあたえる
- 原子力施設の存在に対して無関心にならないための日常活動を築く
- 微量放射能漏れの可能性は原子力施設をなくしてしまわない限りなくなることを学ぶ

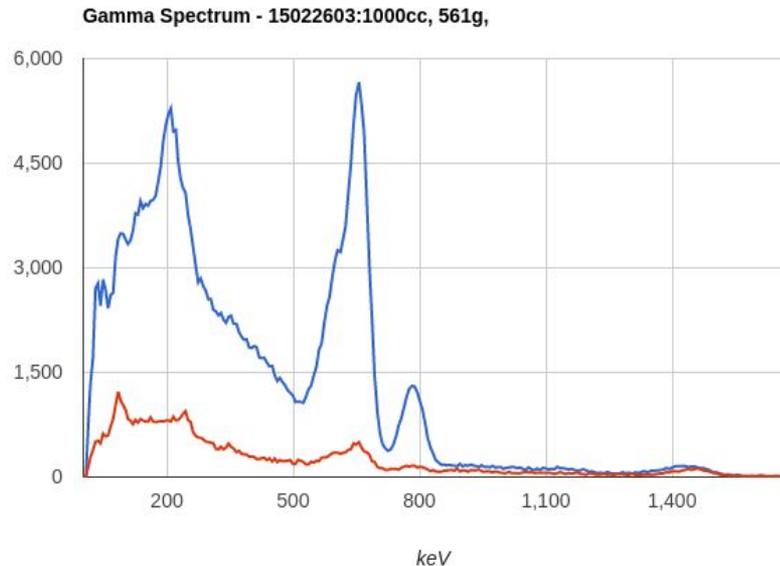
こういう目的を掲げて、2015年4月に開始。

ハカルワカル広場の自主的な測定活動の継続に貢献することも目指した。

測定方法、雨樋排水口下の濃縮利用

雨樋排水口下は一般的に10～100倍に汚染が濃縮される。

この効果でハカルワカルの測定でも数千ベクレルというレベルのセシウム¹³⁷汚染が何度も検出されている。

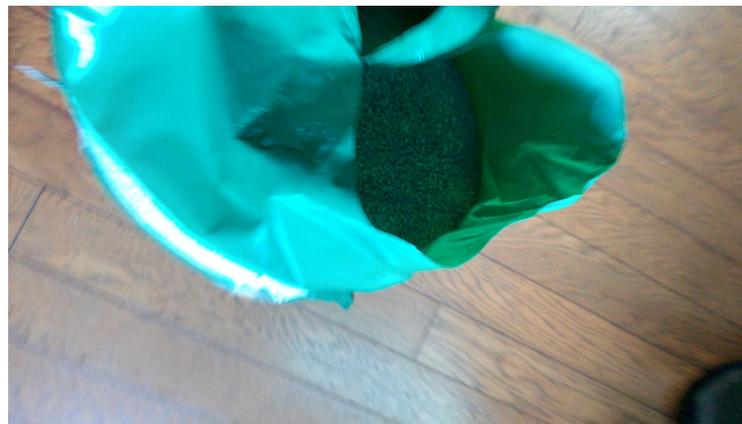


一般の庭土汚染と、雨樋排水口下土汚染の比較

測定方法、ゼオライトの強い吸着による濃縮利用

ゼオライトは強くセシウムを吸着することが知られており、実際に除染のために使われている実績がある。この強い吸着に濃縮効果を使い、雨樋の下の濃縮効果と重ねて使えば、1000倍にも及ぶ濃縮が可能ではないかと考えた。

ハカルワカルの測定器で100Bq/kgは容易に測定できるが、もし1000倍濃縮効果があれば、通常の場所で0.1Bq/kg程度の汚染でしかなくても検出できることになる。



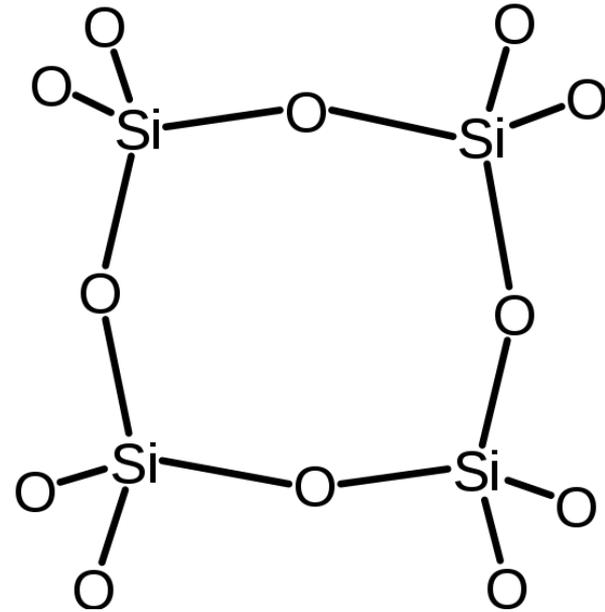
袋入りで売っている、ゼオライト(20kg、2680円)

ゼオライトがセシウムを吸着する仕組み

二酸化ケイ素(SiO_2)は、右図のようにつながって様々な環状の構造を作る。2次元、3次元に複雑なつながり方をする。このSiの一部がAlに置き換わると、環が負に帯電するので、正の金属イオンを内部に閉じ込めて中和している。そういう鉱物がゼオライトと呼ばれている。

環の中に Cs^+ を閉じ込めた方が、より安定な場合、イオン交換が起こる。例えば Na^+ を放出して、 Cs^+ を吸着する。このような環構造をよりたくさん含むゼオライトがよりセシウムを強く吸着するということになる。

ゼオライトの種類はたくさんあり、種類によってセシウムの吸着度合いは異なる。



測定場所

ゼオライトは不織布の袋に約1Kg入れて右の写真の様な場所に設置して、定期的に計る。

定期的と言っても、参加者の自主的な測定にまかせているので、実際には数カ月には一回程度の不定期な測定が多い。

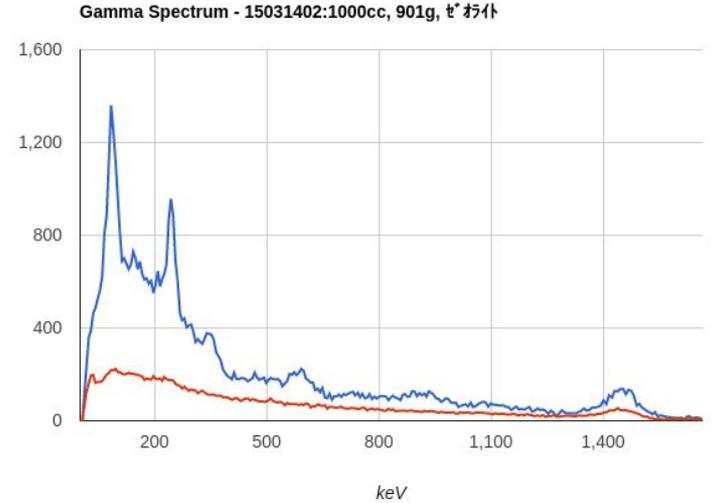


自然放射能も強く吸着していることに注意

ゼオライトはセシウムを強く吸着するが、同時に他の金属原子も強く吸着する。結果的に自然放射能が強く検出されてしまう。

これは、微量放射能を測定する上においては非常に不利に働く。

K40などの主な自然放射能の値はそれほど大きく変化しないので、設置する前の初期値を測定しておいて、その初期値との差分を観察するようにすることで、自然放射能の影響をかなり取り除くことはできる。(Be7のような自然放射能は大きく変動する。)



青線がゼオライトの初期値測定。赤線は通常のバックグラウンド。
スペクトルの右端の方の山が1460KeVのK40のスペクトル。200KeVの少し右にある強いピークはPb212でトリウム系列自然放射能、Tl208が583KeVに出しているピークも観察できる。

測定結果として見えてくるもの

幸いなことに、福島事故の後、大きな放射能漏れの様な事態は起こっていない。

新たな放出がない中で、観測できるものは、

汚染されている土壌表面から**再浮遊**したセシウムが

再降下により雨樋の水を通してゼオライトに吸着されることによるもの。

再浮遊・再降下により放射能が循環していることは容易に推測できていたが、ゼオライト測定によって、はっきりその現象をとらえることができた。

調査方法による限界

本調査方法では、空気中の再浮遊粒子を直接測定できるわけではなく、雨水が樋に流してくれることに頼っている。

再浮遊粒子のうち微細な物は浮遊時間が長く、主に雨粒に吸着されて降下することで雨樋下のゼオライトに吸着される。

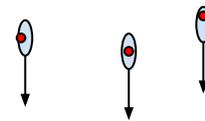
粒子が大きく、短時間で降下が起こるものは、直接屋根に固着したものが雨水で流されてゼオライトに吸着される。この場合は屋根の材質なども大きく測定値に影響することが考えられる。

測定値を考察する上では屋根の材質、周囲の地形、測定期間中の天候など、といった条件を調べて考慮すべきであるが、そこまでの調査はできていない。

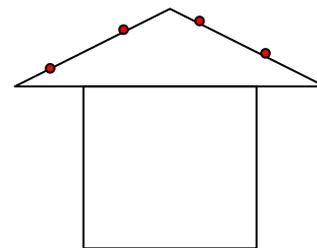
ハカルワカルの測定活動は自主的に参加してくれる人達のボランティア測定に頼っているので、あまり細かいことを調べあげようとするとうまく継続が難しくなる。

敷居を低くして、継続しやすくすることで、測定数を増やすことの方を優先している。

再浮遊粒子が雨粒に付着して形で降下する。



再浮遊粒子が屋根に付着して雨水で樋に流される。



再浮遊・再降下の空間的広がり

放射性セシウムを含む表土の再浮遊・再降下現象はどういう空間的広がりで起こっているのか？

1. 黄砂現象のような超広域(数千キロ範囲)
2. スギ花粉飛散のような県境を越えて飛んでくる規模(数百キロ範囲)
3. 遠くに見える山から飛んでくるレベル(数十キロ範囲)
4. 近隣にある山や畑から飛んでくるレベル(数キロ範囲)
5. ごく近所から飛んでくるレベル(数百メートル範囲)
6. 自分の庭や隣近所の庭から飛んでくるレベル(数十メートル範囲)

「1～6の全てがある」、ごくごく微量まで考えればそう言えるだろうが、問題はごく微量の範囲を越えて、測定可能なレベルではどうかということ。

広域の現象はあるか？

広域の現象が強く現れているとすれば、

「ある程度の最低レベルの検出値は、八王子市内のどこで測っても出てくる」

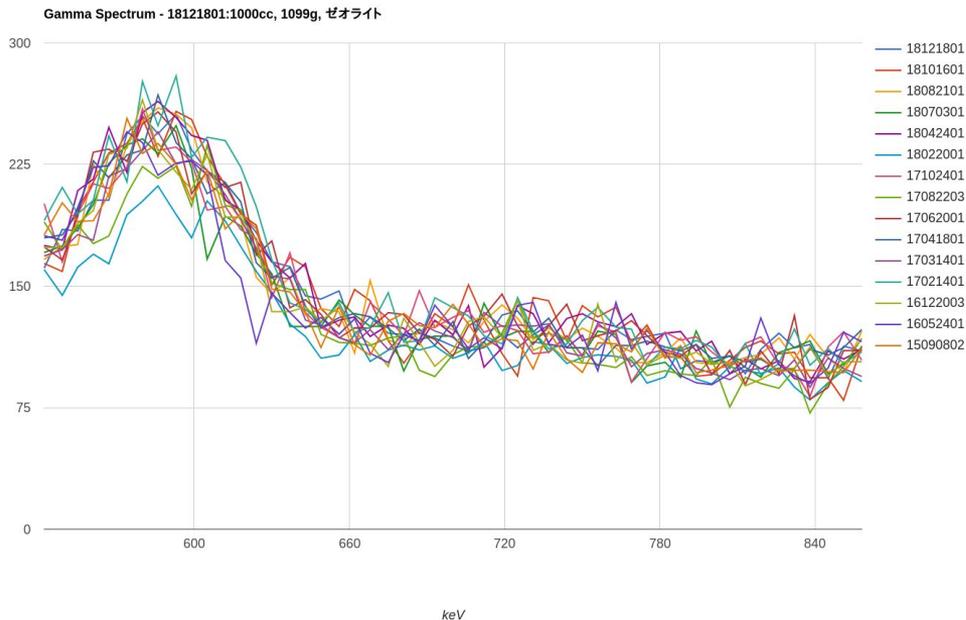
ということになるはず。

(花粉を考えてみれば、同じ日に「八王子でひどくて、日野は全然平気」などということはない。広域で飛んでいる現象であれば、近隣の測定点で大きな差が出ることはない。)

ゼオライト測定の結果数年分を眺めてみると、かなりのレベルで出てくるところもあれば、ほとんど出ないところもある。そしてその測定結果に関しては一貫性がある。

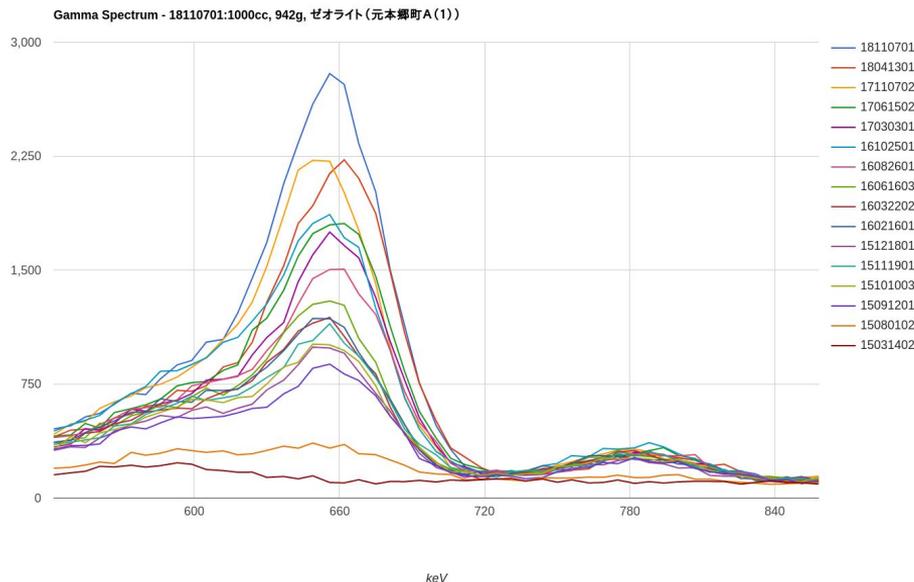
ほとんど検出されない例

右のスペクトルグラフは、八王子市北野台での2015年から2018年末の分まで測定結果を重ねている。この場所の測定では一貫して放射性セシウムは検出されずCs137の存在を示す662Kev近辺には一度もピークらしきものが観測されていない。



かなりのレベルで検出される例

右のスペクトルグラフは、八王子市元本郷での2015年から2018年末の分まで測定結果を重ねている。グラフから明らかなように、Cs137の存在を示す662Kev付近のピークは一貫して検出されており、それも測定の際に、一定の追加分が検出されて積算値を示すピークの高さはどんどん高くなっている。



広域の現象は非常に小さい

2箇所のデータを例として示したが、他にも同様に一貫して検出されない測定点、一貫して検出される測定点がある。

それらを考慮すると、「再浮遊・再降下」が広域の現象として起こっている分は非常に小さいであろうと考えられる。

「栃木の放射能が再浮遊して、東京で再降下するというような現象は、仮にあるとしても近隣からの現象と比べると無視できるほど小さい」

と言えるだろう。

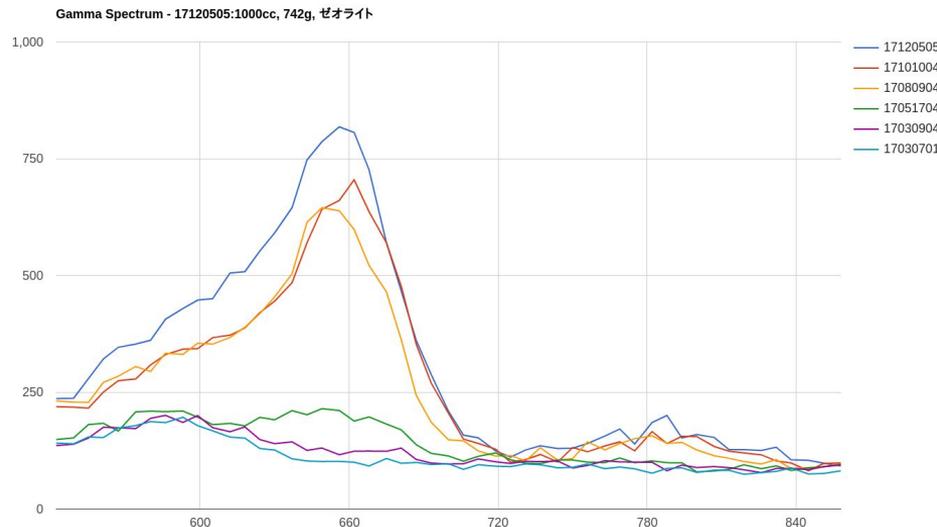
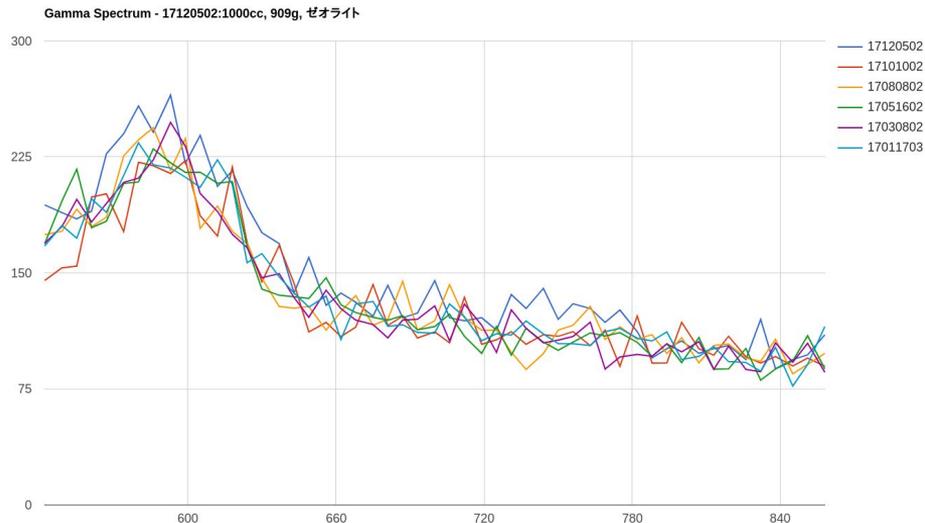
近隣の汚染がほとんどないような地域で調査をすれば、微量なレベルで起こる広域の現象を観測できるかもしれないが、わたしたちの身の回りは全て汚染されてしまっているので、そのような観測は難しい。

どのくらいの近域？

右の2つのグラフは、八王子市館町の2箇所の測定ポイントの同じ時期の測定結果。

上のグラフではほとんど検出されていないが、下のグラフでは一貫して検出されていて、特にオレンジのグラフの2017年8月測定時にかなり大きな積み上げが起こっている。

近所の2箇所の測定点でも、屋根の向きなどの状況の違いによりこのような違いが出てくる。



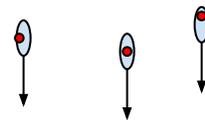
おそらくCs137が付着して飛んでいる粒子は大きい

館町の2箇所の様なごく近所での大きな測定値の違いがたくさん観測されているわけではない。ただ数キロ圏での範囲で測定値に大きな違いがあるということは数多く観測されている。

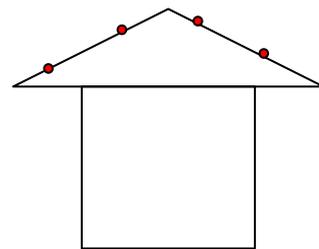
雨粒に付着して降下する分の測定値への寄与はかなり小さく、屋根に直接付着している分の寄与がかなり大きいであろう。ということは推測できる。

おそらく、PM2.5、PM10というようなレベルの微細粒子によるCs137の再浮遊はあまり発生していなくて、強い風の際に重くて大きな粒子が飛ばされて、それが屋根に付着しているのであろう。

再浮遊粒子が雨粒に付着して形で降下する。



再浮遊粒子が屋根に付着して雨水で樋に流される。



季節的な観測値の変化

再浮遊は乾燥して風の強い時に起こりやすいということは容易に想像できる。

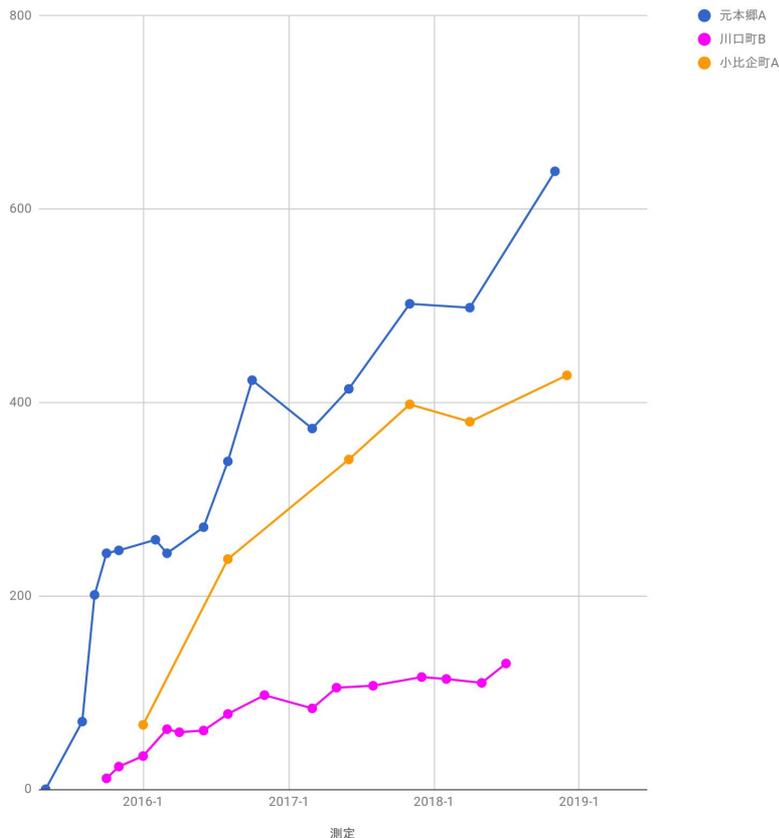
その後の雨で再降下した粒子がゼオライトに吸着される。

右のグラフは、八王子市の元本郷、川口町、小比企町の3地点における、ゼオライト中のCs137の測定値を示す。
(縦軸:Bq/kg, 横軸:測定年月)

縦軸の線がある1月付近は毎年測定値があまり積み上がっていないのは雨が少ないせいであろう。

特に2018年の1月前後のデータは3地点ともあり、同じはっきりした傾向を示している。

元本郷A, 川口町B



測定年による大きな違い

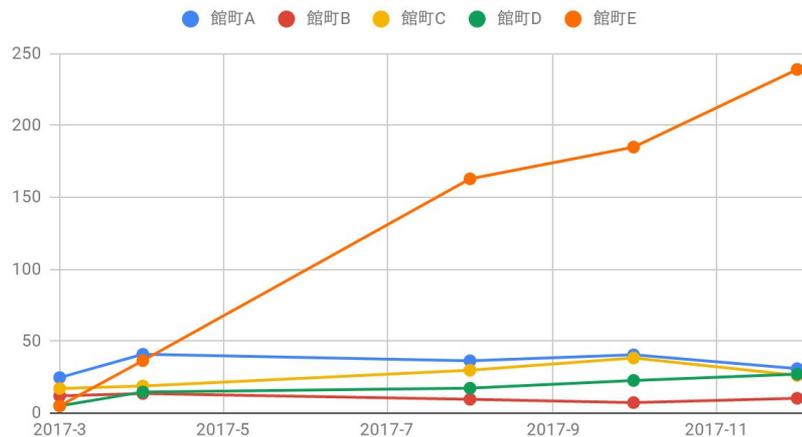
右上のグラフは、八王子市館町の5箇所の測定点の2017年のCs137の検出値を示す。

右下のグラフは、同じ5箇所の2018年から現在までの測定結果。

館町Eの測定点は、2017年には検出が続きグラフは直線的に右肩上がりになっているが、2018年以降はほとんど検出されていない。

館町Eの近隣の地表面からの飛散を起こす条件が2017年と2018年の間で大きく変化したのではないかと推測される。

館町A, 館町B, 館町C, 館町D and 館町E



館町A, 館町B, 館町C, 館町D and 館町E



御前崎のデータをどう見る？

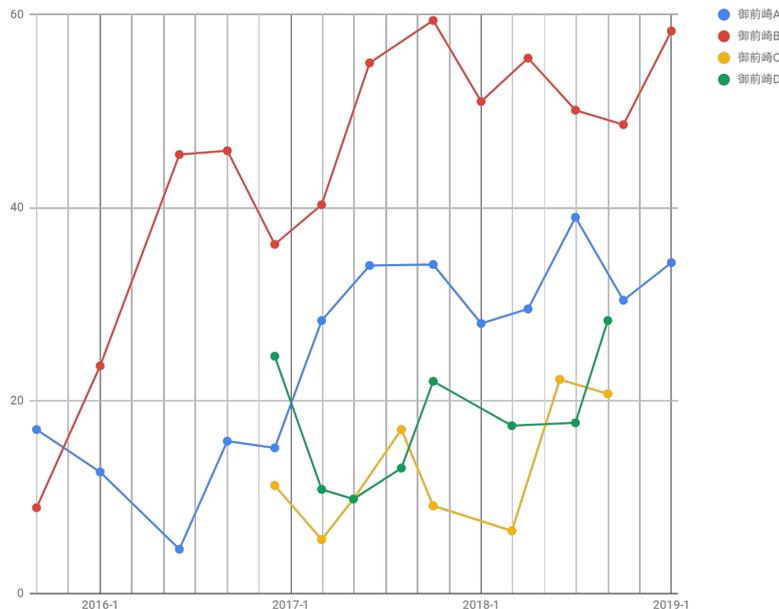
御前崎A、Bのデータは、浜岡原発にかなり近い同じ家が2つの雨樋下(屋根の向きだけ条件として異なる)。

御前崎C、Dのデータは、浜岡原発からはかなり距離がある家での測定。

C、Dの測定点は、ほとんど不検出に近いレベルでしか検出されていない。

A、Bの測定点は2016年の後半以降はほとんど似た様な測定結果であるが、2016年1月と2016年6月の間で、Bは大きな値が測定されているが、Aでは測定されていない(誤差の関係で減少しているように見えている)。

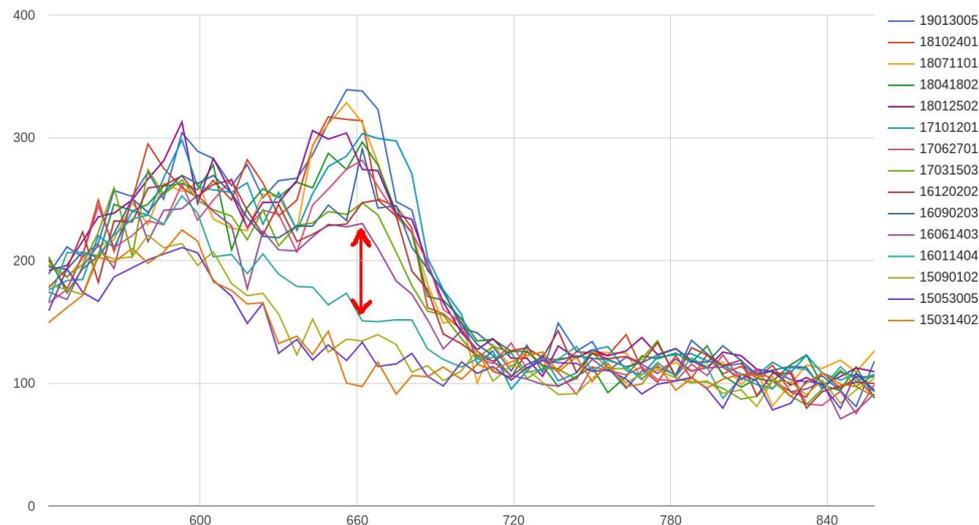
御前崎A, 御前崎B, 御前崎C and 御前崎D



浜岡原発廃炉工事との関係は？

御前崎Bの測定結果で2016年1月と2016年6月の間で大きな数値が出ているのは非常に気になる。スペクトルは右のグラフで、赤い矢印の部分がこの期間の増大分として検出されている。同じ家の別の屋根では検出されていない。このような違いは、非常に近いところで重くて大きな粒子が飛び散るような現象があったことを推測させる。

中部電力のホームページには「放射線管理区域内解体撤去が2016年2月15日に着手」とある。これとの関係があるのかどうか、このデータだけではっきりしたことは言えないが、廃炉工事にそういうことが伴っていても不思議はないだろう。



ゼオライト測定、4年間の成果

- 40人近くの人が実際の測定に参加
- 毎月約10検体の測定を実施
- 場所によるデータの違いを把握
- 季節によるデータの違いを把握
- 放射能が実際に飛び散っていることを測定で実感

これらを通して「福島事故後の現状」とはどのような状態なのかということを知った。

広域に影響を及ぼすような放射能漏れに対しては、
それが微量であろうとも監視できる体制ができてきた。

ハカルワカル広場、関連ページへのリンク

[ハカルワカル広場ホームページ](#)

[ハカルワカル広場資料室](#)

[2019年測定データ](#)

[ゼオライト測定プロジェクトページ](#)

[ゼオライト測定データ](#)