

市販の放射線測定器を使った身近な自然放射線の測定と実践例

The Measurement of Natural Radiation in Our Life Using Radiation Meter

木村 憲喜 馬場 雄大 谷口 直紀
Noriyoshi KIMURA Kazuhiro BANBA Naoki TANIGUCHI

田端 祐介 中村 文子
Yusuke TABATA Fumiko NAKAMURA

(和歌山大学教育学部化学教室)

2012年10月3日受理

Abstract

今回、身近な自然放射線が地域や環境によってどの程度変化するかを明らかにするために、市販の放射線測定器を使って放射線量を測定することを試みた。このデータをもとに、教育現場で実践を行ったので、この実践例について紹介する。

In the present study, in order to show clearly how much natural radiation changes with an area or its environment, it tried to measure the amount of radiation using a radiation meter. Since it practiced based on these radiation data at university and schools, it introduces about the example of practices.

1. 序

2011年3月に福島原子力発電所から放射性物質が拡散して以来、さまざまな場所で放射線の測定や放射線に対する新たな教育が行われつつある。今回、我々は身の回りの放射性物質を調べる目的で、市販の放射線測定器を使って自然放射線の測定を行った。さらに、これらのデータの紹介や測定器を実際に使った実験を大学院の講義や教員免許更新授業で実践したので、この報告例を取り上げる。

放射線とは、アルファ(α)線、ベータ(β)線、ガンマ(γ)線などの総称であり、アルファ線とベータ線はそれぞれ高エネルギーを持ったヘリウム原子核と電子である。これらは、粒子なので図1に示したようにアルミニウム板などで遮蔽することが可能である。一方、ガンマ線は電磁波であり、高エネルギーをもった光である。ガンマ線の場合、アルミニウム板などは透過するので、遮蔽するためには鉛板が必要である。

今回、ガンマ線測定器で身の回りから放出されるガンマ線を測定し、さまざまな物体や地域の違いで放射線量がどの程度異なるかを調べてみた。さらに、さまざまな検出器を使って、放射線量の値の違いも考察した。

日本の自然放射線量では、カリウムを多く含む花崗岩地帯が関西や中国地方に多いため、西日本では東日本に比べると大地からのガンマ線量が多いことが知られている。⁽²⁾

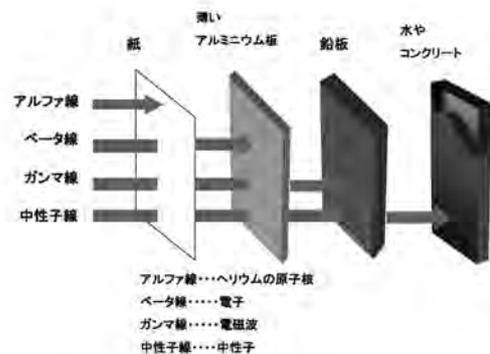


図1 放射線の種類(アルファ線、ベータ線、ガンマ線、中性子線)とその透過性について⁽¹⁾

2. 測定方法

放射線(ガンマ線)の測定は、GM(ガイガーミュラー)検出器、シンチレーション式検出器およびシリコン半導体検出器によって行った。GM検出器は、Quarta社製Radex RD-1503と恵比寿製作所製ES-GC01を用いた。シンチレーション式検出器は、堀場製作所製PA-1000、クリアパルス社製A-2700、岩通計測社製放射線量モニターSV-2000およびHitachi-Aloka社製TCS-171を用いた。最後に、半導体検出器は、エステー社製Air counterを使った。

3. 結果と考察

まず、さまざまな検出器を使って測定した放射線量の結果を表1に示す。測定場所は、和歌山大学教育学部の建物内と建物外の敷地である。

表1 市販の検出器の比較について
(測定場所：和歌山大学教育学部)

検出器	建物内 ($\mu\text{Sv/h}$)	建物外 ($\mu\text{Sv/h}$)
恵比寿社製 ES-GC01	0.21	0.10
堀場製作所製 PA-1000	0.094	0.075
エステー社製 Air counter	0.12	0.10

これらの実験から、検出器の種類によって少し線量の値が異なることがわかった。そして、建物の中と外での測定値に差異があることが明らかとなった。これは、建物に含まれるカリウムから放出されるガンマ線による影響であると思われる。地球上には ^{40}K がごくわずかに存在しており、ベータ線とガンマ線を放出している(半減期=12.77億年⁽¹⁾)。今回の測定では、建材中に含まれる ^{40}K から放出されたガンマ線を検出したと考えられる。

次に、JR路線と駅周辺で測定した線量値の結果を図2に示す。

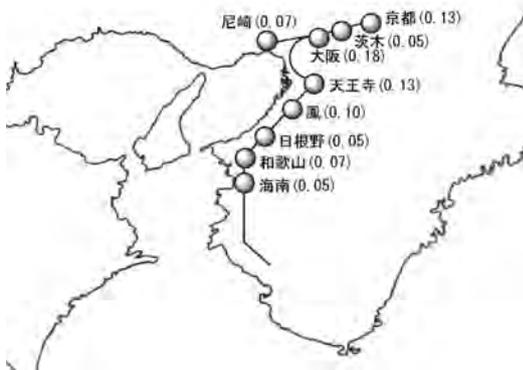


図2 JR路線と測定した駅周辺の放射線量の測定結果(測定機器：エステー社製Air counter)測定日は、2012年3月16日である。

今回の測定結果から、我々が受ける放射線量は都市部が大きいことがわかった。これは、駅周辺の建物の数と関係しており、建物中の ^{40}K から放出されるガンマ線量と関連していると思われる。

新大阪から岡山駅まで、新幹線の車両内で測定した放射線量の変動の結果を図3に示す。

図3中の上図がシンチレーション式検出器で計測したもので、下図がGM検出器で計測した結果である。2つの測定器では、ベースの値は異なるが、放射線量の大小の変動は類似している。このことから、比較的値

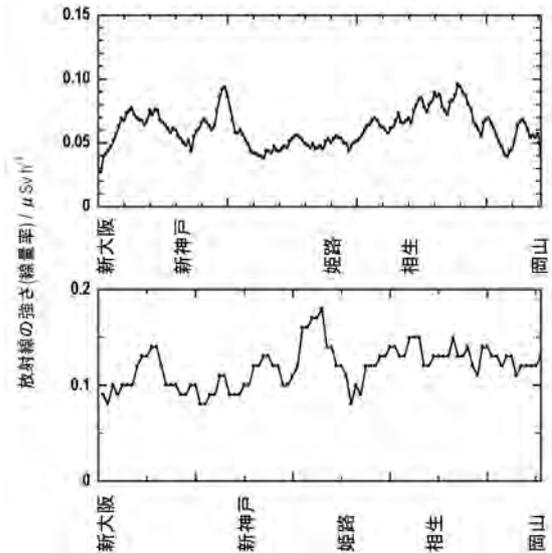


図3 山陽新幹線内(新大阪-岡山駅間)における放射線(γ 線)強度の変動について
上図の放射線測定は、堀場製作所製PA-1000(シンチレーション式検出器)を用いた。一方、下図の測定ではQuarta社製Radex RD-1503(GM検出器)を使用した。測定日は、2011年12月8日である。

段の安いGM検出器でも十分なデータが得られることがわかった。線量の大小は、主にトンネル内から放射されるガンマ線の影響と、カリウムを多く含んだ花崗岩の地質と関係していると思われる。⁽²⁾

次に、東海道新幹線内のデータを含め、小田原から岡山駅までの放射線強度を図4に示す。

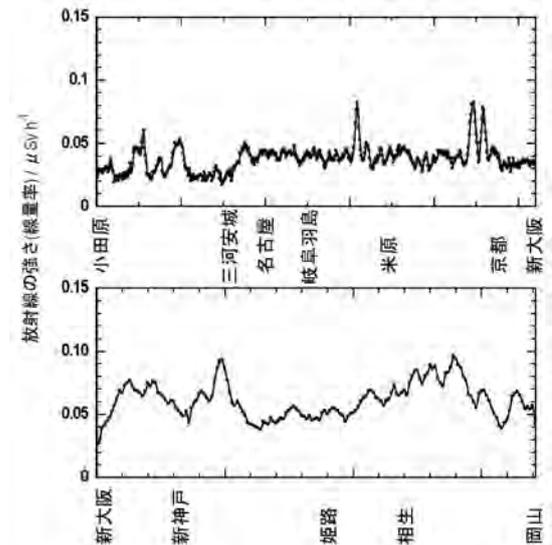


図4 東海道および山陽新幹線内(小田原-岡山駅間)における放射線(γ 線)強度の変動について
放射線測定は、堀場製作所製PA-1000(シンチレーション式検出器)を用いて行った。測定日は、2011年12月17日(上図)および2011年12月8日(下図)である。

この図から、三河安城と名古屋駅の間で急激に放射線量値のベースが変動していることがわかる。これは、この地域で花崗岩を含む岩石が増加するためである。⁽²⁾

身の回りの測定例として、JR海南駅から南海難波駅までの電車内の自然放射線量を図5に示す。

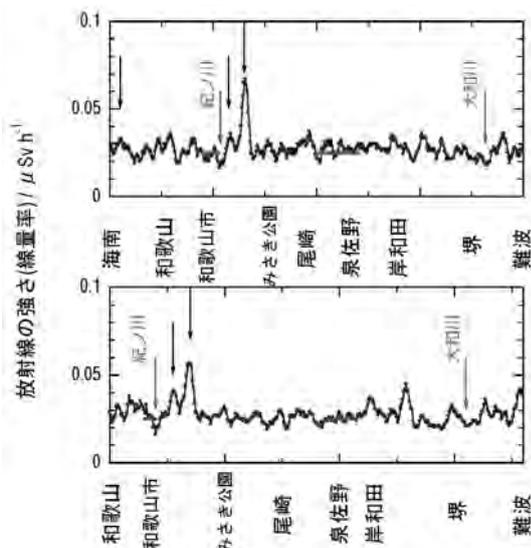


図5 JRおよび南海電鉄南海線内における放射線強度の変動について
放射線測定は、堀場製作所製PA-1000(シンチレーション式検出器)を用いて行った。測定日は、2011年11月19日である。

矢印で示したトンネル内では、新幹線で測定した放射線量と同様に線量が大きくなった。これは、トンネル内では放射性同位体を含む岩石で四方が囲まれており、トンネル外に比べ放射線量が増大したと考えられる。また、矢印で示した紀ノ川や大和川付近では、放射線量が若干小さくなった。これは、水が大地からの放射線を遮断するためであると思われる。さらに、難波、堺、泉大津、岸和田などの都市部では、農村部に比べて放射線量値が大きくなった。この理由としては、建材に含まれる放射性同位体⁴⁰Kの影響ではないかと示唆される。

さらに、近畿日本鉄道奈良線内における車内の放射線強度の変動を図6に示す。

難波駅から鶴橋駅までは、地下のトンネルを走行するため、放射線量値が大きくなった。さらに、生駒駅付近でも長いトンネルの影響で線量値が大きくなった。また、今回測定した線内の全体の放射線量値は、図5中の南海線内と比べると、少し大きくなっている。これは、花崗岩を多く含んだ生駒山麓の地質と関係していると思われる。

次に、自動車内で測定した身の回りの自然放射線の測定例を図7に示す。この図は、大阪府大阪市から三重県松阪市までの車内の放射線強度の変動を調べたものである。和歌山県岩出市付近や三重県松阪市付近は、それぞれ風吹峠や高見峠のトンネルの影響が線量値の変化に顕著に表れている。また、高見峠では、標高が高いため放射線の数値が少しであるが高くなっている。

和歌山県海南市から田辺市までの車内の放射線強度

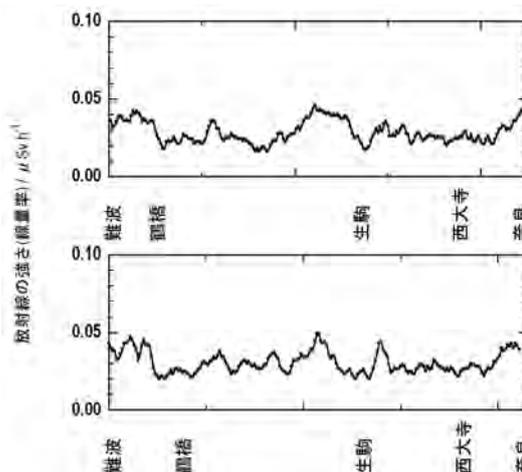


図6 近畿日本鉄道奈良線内における放射線強度の変動について
放射線測定は、堀場製作所製PA-1000(シンチレーション式検出器)を用いて行った。測定日は、2011年11月21日である。

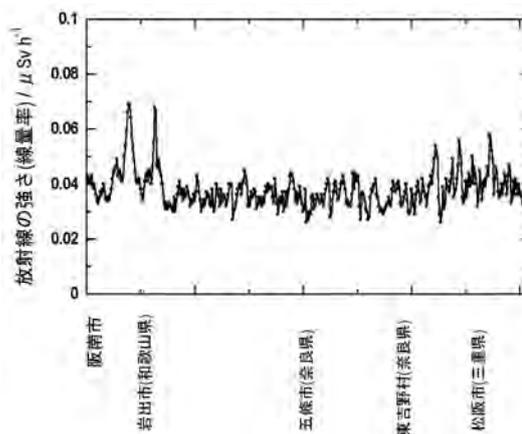


図7 大阪府大阪市から三重県松阪市までの車内の放射線強度の変動について
放射線測定は、堀場製作所製PA-1000(シンチレーション式検出器)を用いて行った。測定日は、2012年1月1日である。

の変動を図8に示す。海南市から湯浅町にかけて、長いトンネルがあるため、比較的大きな線量となっている。また、湯浅町から田辺市へ向かう途中にもトンネルが数多くあるため、線量の上昇がみられる。

JR和歌山駅から南海電鉄高野山駅までの線量を図9に示す。JR和歌山駅から橋本駅までは、平均0.025 μSv/hであるのに対して、南海電鉄橋本駅から高野山駅まで標高が上がるにつれて平均0.050 μSv/hに変化した。これは、宇宙線から生じるガンマ線の影響であると考えられる。一次宇宙線の主成分である陽子(プロトン)やアルファ線が、空気中の窒素や酸素原子と衝突した際にガンマ線を生じる。このガンマ線を観測したと思われる。

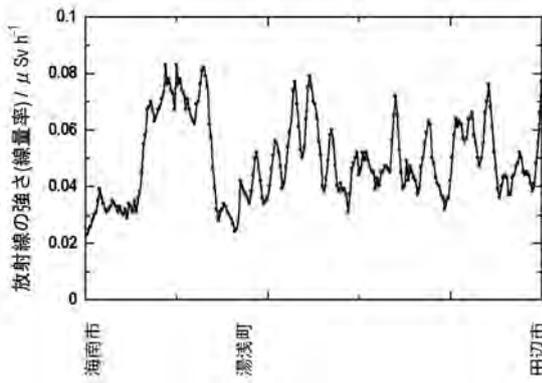


図8 和歌山県海南市から田辺市までの車内の放射線強度の変動について
放射線測定は、堀場製作所製PA-1000(シンチレーション式検出器)を用いて行った。測定日は、2012年1月31日である。

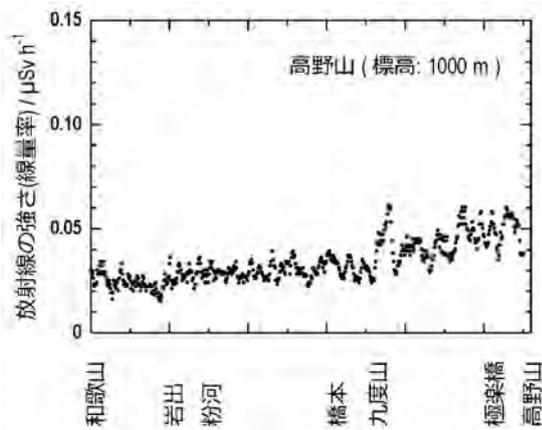


図9 JRおよび南海電鉄高野線内における放射線強度の変動について
放射線測定は、堀場製作所製PA-1000(シンチレーション式検出器)を用いて行った。測定日は、2012年1月22日である。

最後に、関西空港から羽田空港間の飛行機内の線量測定の結果を図10に示す。

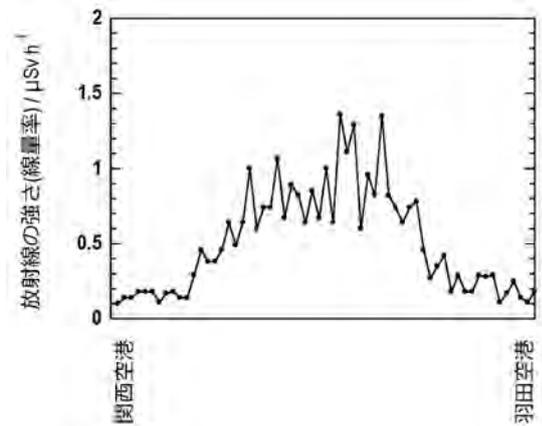


図10 飛行機内における放射線強度の変動について
放射線測定は、恵比寿製作所製ES-GC01(GM検出器)を用いて行った。測定日は、2011年12月30日である。

高度が上昇するにつれ放射線量の値が上昇し、高度が10000 m上空で、線量が地上の15倍程度大きくなることわかった。一般に、宇宙線から生じるガンマ線量は1500mごとに2倍になることが知られている。高度が10000m上空の場合、線量は100倍になることが予想される。今回の測定では、線量が100倍まで上がらなかったが、線量の急激な上昇が観測できた。

今回、身近な電車や車、飛行機内で放射線量を測定した。その結果、トンネル内や都市部での線量の増大や、河川を渡る橋付近で線量の減少が確認できた。さらに、市販されているさまざまな検出器で放射線を測定した結果、周辺の環境や測定条件などを考慮し、丁寧な測定を行うことによって自然放射線レベルの変動を明らかにすることができることがわかった。

4. 実践例

本稿では、2011, 2012年に行った和歌山大学大学院「理科実験観察実習I」と免許更新授業「水と環境」における放射線測定の実践例を紹介する。

表2, 3に、和歌山大学教育学部で得られた花崗岩や湯の花などの自然放射線量の測定結果を示す。どちらの値もバックグラウンド(建物内データ)よりも少し大きいことがわかった。これは、花崗岩や湯の花に放射性同位体を含んでいるためである。そして、測定距離が長くな

表2 和歌山大学で測定した線量の結果

測定距離は10, 20, 30cmとした。測定機器は、堀場製作所製PA-1000である。

(測定日: 2011年12月27日)

	10cm	20cm	30cm
花崗岩	0.080	0.078	0.067
湯の花	0.086	0.073	0.070

(単位: $\mu\text{Sv/h}$)

表3 和歌山大学で測定した線量の結果

測定距離は1-5 cmである。

(測定日: 2012年8月21日)

	堀場 PA-1000	クリアパルス A-2700	岩通 SV-2000
壁	0.134	0.137	0.141
花崗岩	0.106	0.116	0.116
蛍光灯	0.118	0.099	0.090
LED	—	—	0.097
湯の花	0.136	0.124	0.125
建物内	—	0.070	0.072
建物外	0.070	0.080	—

(単位: $\mu\text{Sv/h}$)

るにつれ、測定値が小さくなることが確認できた。さらに、遮蔽板(プラスチック板, アルミニウム板, 鉛板など)を入れた実験も試みた。その結果、鉛板を入れることにより、線量値が大きく減少することがわかった。また、塩化カリウム500gと塩化ナトリウム500gの放射線量値を測定し、 ^{40}K が含まれていることを確かめた。以上の実験から、自然放射線の理解を深めた。

次に、教員免許更新授業で実践した実験結果を表4に示す。得られた結果は和歌山大学内で測定した結果と類似し、花崗岩や湯の花で線量が大きくなることを確認した。

表4 熊野高等学校で測定した結果

測定距離は1-5 cmである。

(測定日：2012年8月23日)

	$\mu\text{Sv/h}$
壁	0.07
花崗岩	0.078
蛍光灯	0.10
昆布	0.07
湯の花	0.105
建物内	0.07

(測定機器：堀場製作所PA-1000、クリアパルス社製A-2700)

今回、市販の放射線測定器で、大学院生や学校教員に身近な放射線量を実際に測定させた。その結果、我々はさまざまなものから放射線を受けており、常に被ばくしていることを確認することができた。また、普段受けている放射線量は非常に小さく、健康に問題ないことも実験を通して十分に理解できたのではないかと思われる。今後、これらのデータを利用し、小学校、中学校、高等学校で放射線に関する実験を実践していきたいと考えている。

参考文献

[1] 川瀬雅也, *化学*, **66**, 37(2011).

[2] 日本アイソトープ協会, “放射線のABC”, 丸善, (2011).