

# 愛知大学名古屋キャンパス内における放射線量測定

古 川 邦 之

キーワード：放射線、ガイガーカウンター、愛知大学、名古屋キャンパス

要 約：愛知大学名古屋キャンパス内の34カ所において、ガイガーカウンターにより放射線量の測定を行った。その結果、自然放射線の遮へい度合いは、建物の内か外かで決まることがわかった。これは自然放射線が外壁で効果的に遮へいされるためである。また屋内では、窓からの距離が放射線量に影響することがわかった。すなわち、窓ガラスでは放射線の遮へい効果が小さいので、窓際ほど測定値が高い。また床面にある砂や泥などの岩石起源粒子の量でも放射線量が左右されることが示された。このように狭い範囲における放射線量の測定でも、その性質が反映された結果が得られた。

## 1. はじめに

2011年3月に起きた東京電力福島第一原子力発電所での事故以降、各地の放射性物質による汚染に関する話題が各種メディアで注目されるようになった。様々な情報が出回る中、報道番組や個人のSNS発信などで、放射線量計を用いた測定値の公開が多く見られた（丸子, 2012）。これは、政府や研究者の見解を不審に思う人や、使命感や正義感を持った人たちが、事故区域の真実を伝えようと考えた結果の行動である。ところが実際にはその測定値の公開により、誤解や事実誤認に基づくデマが広がり混乱のもとになった（丸子, 2012）。さらにはこのことが被災地域の復興の妨げにも繋がっていると考えられる（中串・古川, 2015）。これは、放射線や放射能に関する教育を受けていない初心者が、測定値の正確性に関して何のチェックも受けずに公

開したことが原因であると考えられる（丸子, 2012）。

放射線量はその性質上、ひとつの建造物周辺という狭い範囲に限っても、測定場所の条件により異なる。例えば、屋内外はもちろん、部屋の内外、建物内の窓からの距離、高さ、滞留する砂の量などで測定値は変動する可能性がある。そこで筆者は愛知大学名古屋キャンパスにおいて、学生たちに放射線の性質を効率よく理解させるため、様々な場所で放射線量を測定する実習を行った。本稿では、その放射線量の測定結果とその解釈について報告する。

## 2. 放射線量測定

放射線の測定には、ドイツ製のGAMMA-SCOUTを使用した（図1）。本製品はガイガーミュラー管を使用したガイガーカウンターで

(2)

愛知大学名古屋キャンパス内における放射線量測定

あり、比較的安価で容易に入手することができる。本体上部には測定器の窓があり、その窓のフィルタをレバーにより調節することで、 $\alpha$ 線、 $\beta$ 線、 $\gamma$ 線の測定を切り替えることができる。今回は $\gamma$ 線のみを設定により測定を行った。実際には、 $\gamma$ 線のみではなく後述するミューオンも測定している。この測定器では、単位時間あたりに計数管がカウントしたパルス数をもとに、「人体に及ぼす影響」の単位であるシーベルト (Sv) に換算している。本稿で扱う放射線量の単位は、それを1

時間あたりの量に換算した $\mu\text{Sv/h}$ である。

測定については、測定器を地面から1 m程度距離をおき、測定器の窓は上に向けて行った。また本体にゴミなどが付着すると正しい値が得られないため、袋で覆って測定を行った。測定は1箇所につき、5分間測定した値を10回とった。つまり1箇所につき約50分の測定を行った。

測定は、名古屋キャンパスの講義棟および厚生棟内の様々な場所と屋外において行った(図2)。測定結果のまとめを図3に示す。表



図1 放射線量測定器



図2 愛知大学名古屋キャンパス

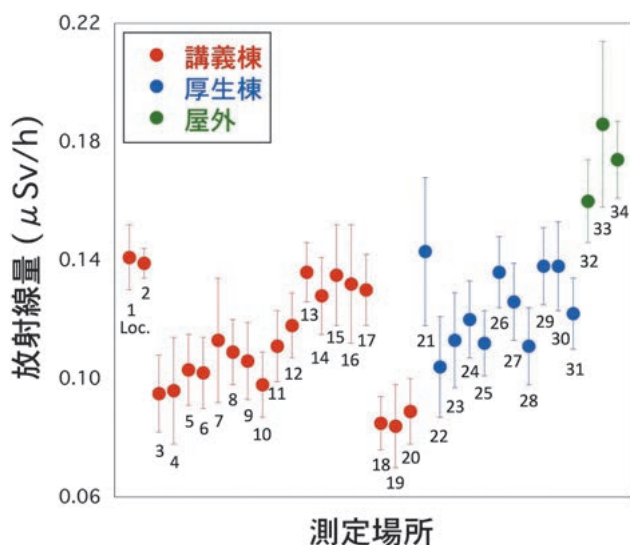


図3 放射線量の測定結果

1 には、キャンパス内の測定場所と、各場所における10回の測定値の平均値、それらの誤差を示す標準偏差値を示した。

本実習では、キャンパス内の様々な場所の空間線量を測定した。しかし本来、このタイプの測定器は物体の表面の放射線量を測定することに適しており、空間線量の測定には不向きである。また厳密には、他の測定器の示す値と比較することで、測定値の信頼性を評価することが望ましいが、そのような作業は行っていない。そこで本実習では、絶対値に

よる議論をせず、場所による空間線量の相対的な違いを確認することを目的とした。つまり、他の測定器で求められた値や、同地域のモニタリングポストの測定値との比較を意図としていない。

### 3. $\gamma$ 線について

本実習で測定した  $\gamma$  線は、 $\alpha$  線や  $\beta$  線のような電気を帯びた粒子線ではなく、非常に波長の短い電磁波である。これは主に、放射性

場所番号 (Loc.)	場所名		放射線量の平均 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	放射線量の標準偏差 ( $\sigma$ )
1	講義棟	1 階エレベーターホール	0.141	0.011
2		2 階エレベーターホール	0.139	0.005
3		3 階エレベーターホール	0.095	0.013
4		4 階エレベーターホール	0.096	0.018
5		5 階エレベーターホール	0.103	0.012
6		6 階エレベーターホール	0.102	0.012
7		7 階エレベーターホール	0.113	0.021
8		8 階エレベーターホール	0.109	0.011
9		9 階エレベーターホール	0.106	0.013
10		10 階エレベーターホール	0.098	0.011
11		11 階エレベーターホール	0.111	0.012
12		10 階 L1004 中央 (収容人数 310 人)	0.118	0.011
13		10 階 L1004 窓際	0.136	0.010
14		10 階 L1002 中央 (収容人数 81 人)	0.128	0.013
15		10 階 L1002 窓際	0.135	0.017
16		11 階 フリースペース	0.132	0.020
17		11 階 L1104 中央 (収容人数 604 人)	0.130	0.012
18		3 階 研究室 (窓際)	0.085	0.009
19		4 階 研究室 (中央)	0.084	0.014
20		4 階 研究室 (窓際)	0.089	0.011
21	厚生棟	1 階エレベーターホール	0.143	0.025
22		2 階エレベーターホール	0.104	0.017
23		2 階 図書館カウンター	0.113	0.016
24		4 階 メディアセンターカウンター	0.120	0.013
25		5 階 一般教育研究室事務室北東角	0.112	0.011
26		5 階 実験室南窓際	0.136	0.012
27		5 階 実験室中央の机	0.126	0.013
28		5 階 学生相談室中央	0.111	0.013
29		5 階 学生相談室北窓際	0.138	0.013
30		5 階 教務課南窓際	0.138	0.015
31		5 階 教務課カウンター	0.122	0.012
32	屋 外	講義棟屋上	0.160	0.014
33		コンビニ前屋外ベンチ	0.186	0.028
34		キャンパスモール中央	0.174	0.013

表 1 測定場所 (場所番号は図 3 と対応) と放射線量測定値

核種が原子核内から余分なエネルギーを電磁波として放出したものである。私たちは、空からも大地からも $\gamma$ 線を浴びている。

宇宙線が地球に到達すると、大気と反応し、空気シャワーと呼ばれる二次宇宙線が生成される。二次宇宙線に含まれるミューオンは、本研究の測定器においても測定されていると考えられる。また、宇宙線が大気成分と反応することで形成される中性 $\pi$ 中間子が崩壊することによっても $\gamma$ 線が放出される。

大地からは、岩石に含まれる放射性ウラン、トリウム、カリウムの崩壊に伴い $\gamma$ 線が放出される。これらの元素は大陸地殻の主な構成物質である花崗岩類に多く含まれている。

さらには、室内のコンクリートには、ウラン系列の放射性核種に属するラドンが含まれる。ラドンの子孫核種には $\gamma$ 線を放出するものが多く含まれる。

## 4. 測定結果

全34カ所の測定結果を図3および表1に示す。測定値は概ね、 $0.08 \mu\text{Sv/h}$ から $0.19 \mu\text{Sv/h}$ の範囲に入る。これらの値は人体に影響を及ぼすものではない。以下に、特徴的な測定結果とその解釈を示す。

### 4. 1. 屋内と屋外の測定

#### 4. 1. 1. 測定結果

屋内については、講義棟の20カ所 (Loc. 1-20) と厚生棟の11カ所 (Loc. 21-31) で測定値は同等であり、約 $0.08\text{--}0.14 \mu\text{Sv/h}$ であった。

屋外の3カ所 (Loc. 32-34) は、約 $0.16\text{--}0.19 \mu\text{Sv/h}$ であった。屋上 (Loc. 32) と地表面 (Loc. 33,34) を比べると、ほぼ同等の値、もしくはやや地表面の方が高い値を示す。

これらの結果から、誤差範囲で一部は重複するものの、屋内よりも屋外の方が高い測定

値を示すことがわかった。

#### 4. 1. 2. 測定値の解釈

測定している $\gamma$ 線やミューオンは、鉄やコンクリートなどの高密度で電子を多く含む物質により遮へいされる。そのため、外壁に囲まれた屋内の方が低い値を示すと考えられる。またこの結果は、屋内のラドン起源の放射線量は、外壁により遮へいされた放射線量を超えるほど大きくないことも示している。

屋外では、屋上に比べ地表面の方がやや高い値を示す。これは、地表面における岩石起源粒子の滞留、もしくはキャンパスモールの床石材が放射性元素を比較的多く含む花崗岩が多いことが原因であると考えられる。

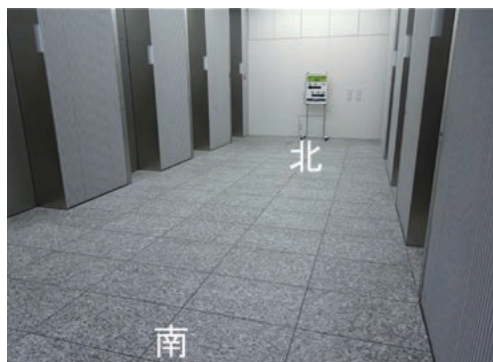


図4 講義棟1階エレベーターホール

### 4. 2. 各階のエレベーターホールの測定

#### 4. 2. 1. 測定結果

講義棟の1階から11階 (Loc. 1-11)、および厚生棟の1階と2階 (Loc. 21,22) のエレベーターホールにおいて測定を行った (図4)。その結果、講義棟では1, 2階、厚生棟では1階で高い値を示した。

測定場所の多い講義棟エレベーターホールにおいて、1, 2階では約 $0.14 \mu\text{Sv/h}$ で、両者は誤差範囲内で一致する。3-11階においては約 $0.10 \mu\text{Sv/h}$ で、全て誤差範囲内で一致する。1, 2階と3-11階の値を比較すると、誤差がやや大きい7階をのぞき、誤差範囲

は重複しない。このことは、1, 2階の値は、それより上層階の値に比べ有意に高いことを示す。

#### 4. 2. 2. 測定値の解釈

屋上と地表面の結果から、高さによる放射線量の差はそれほどないと考えられる。そのため、階によるエレベーターホールの値の違いは、(1) 屋外から侵入する放射線量の違い、もしくは(2) その場における放射線源の量の違いが原因である。(1) に関して、エレベーターホールは奥まった場所にあり、3面を壁に囲まれている(図4)。その条件はどの階も同じであるため、屋外から侵入する放射線量に違いがあるとは考えにくい。つまり、(2) の放射線源の量の違いが主な原因であると考えられる。

各階のエレベーターホールの構造はほぼ同じであるため、内壁からのラドン起源の放射線量に違いはないと考えられる。すると考えられるのは、床面に滞留する岩石起源粒子の量である。本キャンパスには、約7,000人の学生と約250人の教職員が在籍している。講義はほぼ講義棟で行われるので、在籍者のほぼ全員が講義棟に出入りする。講義棟には1階と2階から出入りできる。その出入りに伴い、靴や衣服に付着した岩石起源粒子が床面に落下したり、屋外の浮遊する岩石起源粒子が屋内に侵入したりすると考えられる。それらの粒子の多くは、大陸地殻の主な構成物質である花崗岩を起源とすると考えられる。それらは放射性元素に比較的富むため、それが原因で1階と2階で高い測定値を示すと考えられる。

#### 4. 3. 講義室と研究室の測定

##### 4. 3. 1. 測定結果

10階、11階の講義室3部屋および11階フリースペース(Loc. 12-17)と、3階、4階の研

究室3部屋(Loc. 18-20)の測定を行った。その結果、講義室とフリースペースでは概ね0.13-0.14  $\mu\text{Sv/h}$ の高い値を示した。一方、研究室では約0.08  $\mu\text{Sv/h}$ の低い値を示した。両者の値は誤差範囲が重複しないため、有意に異なる測定結果である。

##### 4. 3. 2. 測定値の解釈

前述のエレベーターホールにおける測定結果の解釈から、屋内の放射線量は、岩石起源粒子の量が大きく支配していると考えられることができる。その粒子量は、出入りする人数と比例関係にあると考えられる。講義室と研究室を比較すると、利用人数は1日あたり延べ、講義室で数百人から千数百人規模、研究室で数人から数十人規模であると考えられる。このように人数が桁で異なるので、岩石起源粒子の滞留する量は当然異なる。それにより、研究室に比べ講義室の方が有意に高い値を示したと考えられる。

#### 4. 4. 同一の部屋(空間)における窓際と中央の測定

##### 4. 4. 1. 測定結果

部屋(空間)の窓際と中央において測定を行った。測定場所は、講義棟ではL1002教室、L1004教室、厚生棟では教務課前、学生相談室、一般教育研究室である。その結果、各々の部屋でみると中央と窓際の値を誤差で分けられるほどの大きな差はないが、全体としては部屋中央に比べ窓際で高い値を示す傾向がある(図5)。

##### 4. 4. 2. 測定結果の解釈

同一部屋内においては、岩石起源粒子や内壁からの放射線量が変化しないと仮定すると、窓際と中央の値の差は、屋外から侵入する放射線量の違いが原因であると考えられる。屋外からの $\gamma$ 線やミューオンは、鉄やコンクリートの外壁により、ある程度遮へいさ



(6)

愛知大学名古屋キャンパス内における放射線量測定

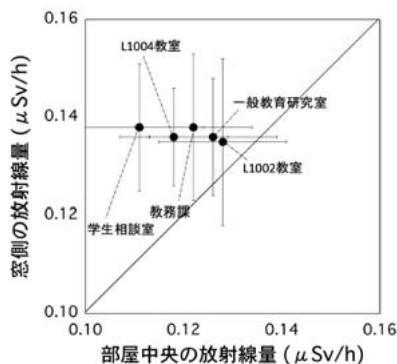
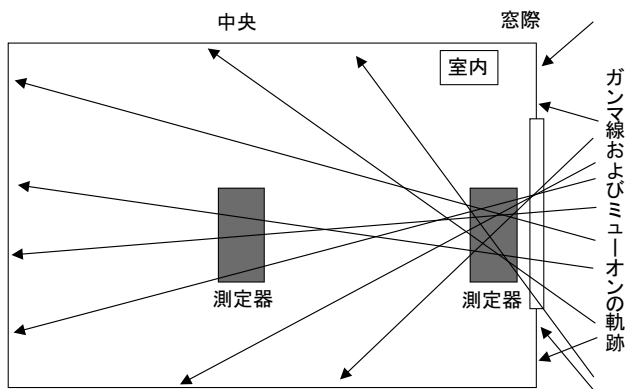


図5 部屋の中央と窓際の放射線量

図6 室内に侵入するガンマ線および  
ミューオンの軌跡の概念図

れるが、窓からは比較的侵入しやすい。屋外からの放射線は窓を通して様々な角度で屋内へ侵入するが、この時、図6のように部屋中央よりも侵入口である窓際において放射線密度が高くなる。このことにより、窓際の方が相対的に高い値を示すと考えられる。

## 5. まとめ

本稿では、愛知大学名古屋キャンパス内の狭い範囲において行った、放射線量測定の結果と解釈を報告した。この範囲内において、空や大地を起源とする自然放射線量は変化しない。そのため測定値は主に、遮へいの度合いと、滞留する放射性起源物質の量により決まると考えられる。

今回の測定において、放射線の遮へい度合いについては、まず建物の内か外かで決まることがわかった。これは自然放射線が外壁で遮へいされるためである。また屋内では、窓からの距離も放射線量に影響することがわかった。すなわち、窓ガラスでは放射線の遮へい効果が小さいので、窓際ほど測定値が高い。

放射性起源物質の量については、砂や泥などの岩石起源粒子の量で決まると考えられる。このように考えられるのは、人の往来が

多い場所や、屋外と通じる出入り口のある場所で測定値が高いからである。

このように、狭い範囲かつ一般的な測定器においても、放射線の性質を反映した線量の差を測定することができた。この測定により放射線の性質の理解が効率的に進むので、この方法は教育現場における実習としても十分に活用可能である。

## 謝辞

本稿の作成にあたり、愛知大学法学部の松井吉光准教授には粗稿を読んで頂き有益な助言を頂いた。放射線量の測定については、愛知大学経営学部生の、村上晴香氏、大野真菜氏、加藤温子氏に協力して頂いた。以上の方々に感謝の意を表します。

## 引用文献

- 丸子かおり, 2012, 『放射線測定のウソ』, マイナビ新書, pp239.
- 中串孝志・古川邦之, 2015, 福島県内の避難指示区域等でない市街地と県外との外部被ばく線量比較, 和歌山大学観光学会紀要「観光学」, 12, 41-47.