

石巻専修大学の分析センター予備室に導入した放射線測定関連機器

理工学部教授 福島 美智子

われわれが生息する地球、そして地球が存在する宇宙空間には放射線を放出する多種多様な放射性同位体が存在する。また、わたしたちの日常生活を支えるタイヤゴムやプラスチック製品の製造や使い捨て医療用消耗品の殺菌、治療や検査における放射性同位体の利用、農業における品種改良など、放射線は様々な分野で利用されている。しかし、放射線の特徴のひとつとして、「我々の五感にたよってもまったくその存在を認識できない」、という点があげられる。そのため、放射線の存在を確認するには専用の計測器や計測装置の使用が必要であり、それら計測装置の示す値に関する正しい知識は21世紀に生きる私たちが持っていて困るものではない。

われわれが生息する地球、そして地球が存在する宇宙空間には放射線を放出する多種多様な放射性同位体が存在する。身の回りに存在する放射性同位体として、人体をはじめとして動植物や土壌などに含まれるK-40(カリウム40)、Na-22(ナトリウム22)などがあげられる。これらは自然放射性核種とか天然放射性核種とよばれる。それに対して、加速器等で人工的に作られたり、核実験や原子炉事故などで生成する放射性核種は人工放射性核種とよばれる。

平成23年3月11日の福島第一原子力発電所の事故により、広範囲の放射性物質による汚染が起きた。放射性物質の汚染領域は、当初は非常に深刻だと思われる福島県、次に栃木県、茨城県の調査が行われていたが、時間経過とともに調査領域が拡大していき、平成23年暮れ頃には宮城県の汚染状況もだいぶ明らかになった。また、放射性物質は土壌の粉塵に吸着したものが、風や河川の水の移動にともなって、移動と拡大が続いている。深刻な事態の鎮静のために放射性汚染物質の海洋投棄が行われたわけだが、その後の海域での放射性物質の移動や拡散状況はまだ明確にはされていない。さらに、私たちの日常における食生活を考えた場

合、食材は野菜類、肉類、魚介類、乳製品、果実、海藻、キノコ類など多岐におよび、それらの生産地も多様である。

平成24年11月現在で生活環境における空間線量、および食品に含まれる放射性物質を考えた場合、短寿命核種の多くはすでに消失し、注目すべき核種はCs-134(セシウム134、半減期は2.06年、放出するガンマ線のエネルギーは563, 569, 605, 796, 802, 1365 keVの6本)とCs-137(セシウム137、半減期は30.17年、放出するガンマ線のエネルギーは662 keV)となった。周辺の報道ではこの2核種が話題になっているが、実は平成23年3月11日の事故ではCs-137とほぼ同量のSr-90(ストロンチウム90)が生成したと考えられている。しかし、放出する放射線の種類の関係上、Sr-90の測定は非常に困難であるので、Cs-134およびCs-137と異なってSr-90による汚染状況はほとんど明らかにされていない。現段階でも具体的なデータが非常に少ないが、Cs-137もSr-90もともに長寿命核種であるので、この先100年単位で環境や食品のモニタリングを続ける必要があり、Cs-137に汚染された食材は動物である場合には全身、Sr-90に汚染された動物では骨への濃縮を主に注意する必要があると

思われる。

このような状況下で、本学の所在地である石巻地域においても空間線量のモニタリングを早急に開始する必要があると考えた。幸い、緊急の事業ということで平成23年度末に空間線量モニタリング装置の導入が認められた。また、河川水や海水のような水試料、土壌試料、食材、食品などの放射線測定に用いるゲルマニウム検出器一式も同様に平成23年の年度末に導入された。さらに個人用の空間放射線線量計やベクレル計の購入も平成24年度にも続けている。以下にそれら装置の概要を説明する。また、放射線測定計器を導入した分析センター予備室の写真を図1に示す。

1. 個人用放射線モニター計

ある物質が放出している放射線を測定することを目的にしている。測定される単位は、本来は検出器がとらえた放射線の数であるため、counts/second (cps) になる。しかし、放射線の強度はBq (ベクレル) で表示されるため、cpsからBqに変換することが必要である。そこで標準線源で校正することにより正確なBq値が得られる。

1.1 個人用ベクレル計

放射線量をモニターするためのメータであり、パンケーキ型GM管でベータ線を測定する『Dolphin F』を所有している。放射線を放出している実際の試料は多様なエネルギーの放射線を放出している。しかし、このような個人用のベクレル計の場合は、検出器にとびこんでくる放射線のエネルギーに関する情報をひろうことができないので、異なるエネルギーのベータ線を総数で計測する。単位はBq/cm² (読み: ベクレル毎平方センチメートル)。

1.2 個人用被爆線量計

放射線を受けた生物に対する影響の大きさを測定するためのモニター計で、『HORIBA PA-1000型』を所有している。影響の大きさを線量当量率といい、その単位は本来Sv/h (読み: シーベルト毎時) であるが、日

常的な環境からの値は非常に小さいため、0.000001 (=10⁻⁶) をかけてμSv/h (読み: マイクロシーベルト毎時) を使用している。学内の数カ所 (図2) で測定した例を表1に示す。これより平成24年7月から平成25年1月まではほぼ半年経過し、線量当量率も低下しているように見受けられる。しかし線量当量率は、風雨によっても変化する。そのため、微小な数値の変化に過大評価をせず、測定回数を多くして傾向をつかむようにするのが大事だと思われる。

1.3 空間線量モニター計

環境中のガンマ線のモニタリングのために、『GAMMA TRACER (SAPHYMO社製)』 (図3) を使用している。空間線量計は、その環境におかれたヒトが単位時間あたり被爆する量を測定するために用いる。単位はμSv/h (1Sv/h = 1000000μSv/h) を用いる。周辺環境が放射線を帯びている、すなわち、バルクの3次元放射線源のなかにヒトが立っている場合の被爆量は、地面から1mの高さで計測される線量で代表され则认为。そのため、正しく空間線量を計測するためには、地上1mの位置にモニター計を設置する必要がある。一般的には、構内での空間線量のモニターを必要とする施設では、例えば建屋や敷地内外の境界線等の数カ所に空間線量計を固定して計測する。しかし本学の場合、放射線を発生する装置等が学内にあるわけではなく、構内の空間線量のモニタリングを定期的に行うことが目的であるため、移動させることができる線量計を選択した。長期間のデータを記録できる特徴があり、データを読み出した例を図4に示す。

2. ゲルマニウム検出器

非常に高感度であり、検出器に入ってくるγ線をエネルギーごとにわけて測定する。そのため、得られる情報は横軸をガンマ線エネルギー (一般にはkeV)、縦軸を計測したγ線のカウント数とするガンマ線スペクトルになる。私たちが生活している地球上では、宇宙から、地中から、周辺のあらゆるところから放射線が放出されてい

震災に関する研究活動

る。それに対して、例えば野菜や肉のような試料が放出する放射線を正確に測定しようとする場合、前出のような自然放射能がいわばノイズとなる。そのため、一般にはガンマ線を遮蔽する目的で、10cmの厚さの鉛で検出器を三次元的に囲んで自然放射能の影響を低減する。それでも鉛の遮蔽体の中で観察される自然放射能を図5に示す。私たちを取り巻く環境の中にはウラン系列、トリウム系列、アクチニウム系列とよばれる系列があり、それらは原子番号が大きいウラン、トリウム、タリウム、アクチニウム、ビスマス、鉛などの複数の放射性同位体から構成されている。それら天然放射性同位体が放出する、エネルギーの異なる種々のガンマ線がピークとなっているのが見て取れる。

測定試料は種々の形状で測定可能であるが、以下に示す理由から、U8容器かマリネリビーカーを用いるのが一般的である。(図6)測定目的核種ごとにベクレル数を求めたい場合は、あらかじめ標準線源を用いて、cpsとBqの関係を得ておく(この操作をキャリブレーションという)必要がある。ここで、この関係はガンマ線エネルギーおよび測定試料の形状によって異なるので、種々の核種についてBq数を求めたい、あるいは試料の量が様々、という場合にはその測定試料の形状と同様の標準線源でキャリブレーションをする必要がある。標準線源として販売されていて、かつ比較的入手しやすい形状のものはU8を使用しているため、本学での測定にはU8容器を使用することとした。3.11以来の放射線汚染状況が測定される例として、木材を燃やして得られた灰のガンマ線スペクトルを図7と図8に示す。図7のうち、放射性セシウムであるCs-134とCs-137のピークが観察される部分を拡大したのが図8である。Cs-134はエネルギーの異なる6本のガンマ線を放出するが、図8ではその一部(563, 569, 605, 796 keV)が見えている。また、Cs-134と表示されているピークに他の核種名も表示されているが、ほぼ同じエネルギーをもつガンマ線はいくつもあるため、エネルギーから推測される核種の候補が表示されている。図8においては、

すべてCs-134であると思われる。

このような装置で放射線の計測が可能であるが、これから先、わたしたちの生活の安全を守るために、どれくらいの期間にわたって放射線計測が必要なのか、これにも答えられないと思う。経験のない事故の影響に対して、大学人であるわたしたちができることは、冷静な判断、正確な情報と知識の収集、汚染の拡大防止、そして次世代への放射線教育であろう。

表1 学内の線量当量率 (単位: $\mu\text{Sv/h}$)

	H24年7月測定	H25年1月測定
[1] 1号館東	0.094	0.070
[2] 5号館東	0.074	0.087
[3] 北門前	0.088	0.068
[4] 学内北側バス停	0.091	0.058
[5] 体育館北西	0.080	0.065
[6] 体育館南西	0.082	0.076
[7] 3号館東	0.079	0.076
[8] 本館前ロータリー	0.092	0.090
[9] 1号館西	0.088	0.096
[10] グラウンド	0.094	0.075

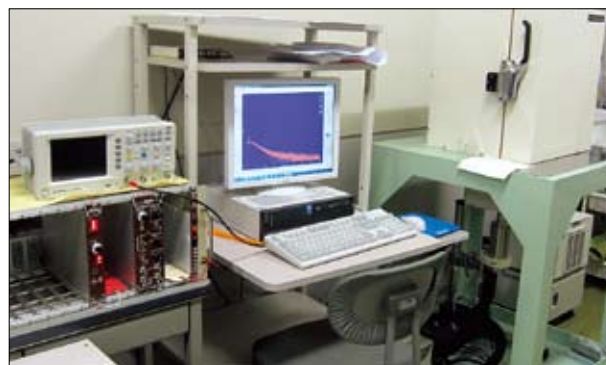


図1 分析センター予備室内(ゲルマニウム検出器一式。検出器は鉛の一体型遮蔽体内)



図2 石巻専修大学構内図および線量当量率測定地点

[1] 1号館東、[2] 5号館東、[3] 北門前、[4] 学内北側バス停、[5] 体育館北西、[6] 体育館南西、[7] 3号館東、[8] 本館前ロータリー、[9] 1号館西、[10] グラウンド



図3 環境放射能モニター計(上)と個人用線量当量計(下)



図4 環境放射線のモニタ例

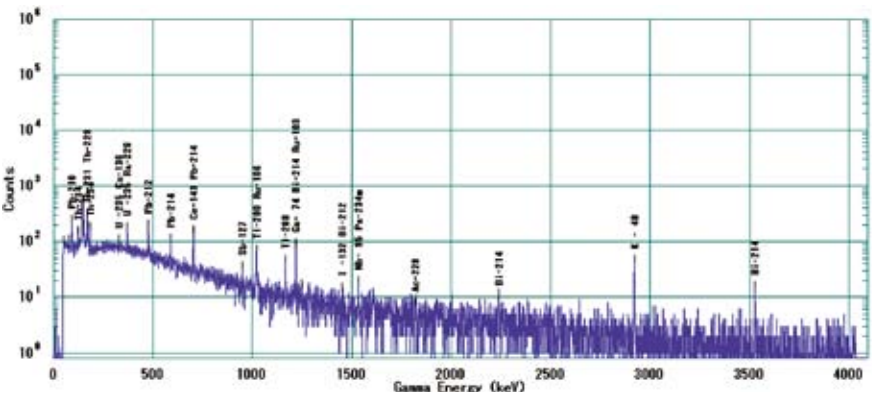


図5 10cm厚の鉛遮蔽体内で測定される自然放射線 (20000秒測定)



図6 U8容器(左)と2Lマリネリ容器(右)。ともに標準線源

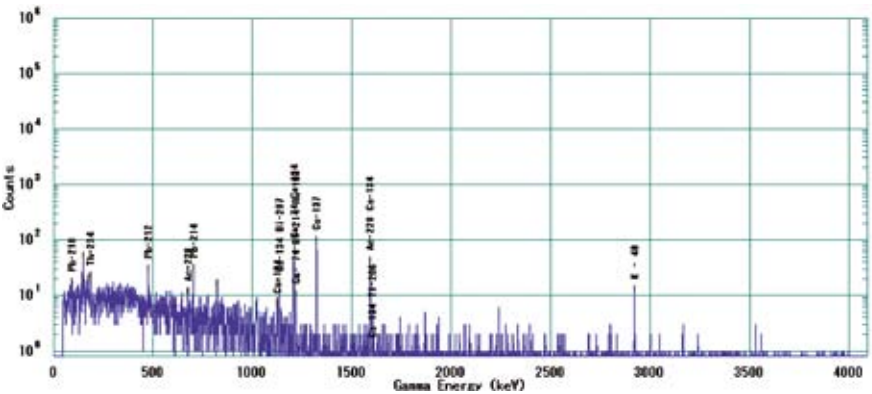


図7 木材の灰のガンマ線スペクトル

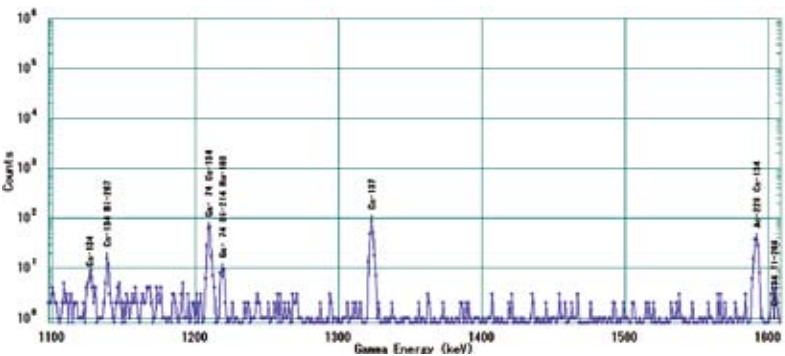


図8 図7の一部を拡大

1	大学の動き (平成23年4月)
2	震災に関する 研究活動
3	大学施設の地域 催事への提供
4	震災の影響に関す る全学調査結果
5	防災・減災のための 備蓄品調達状況
6	震災に関する 取り組み インタビューによる紹介
7	震災2年目における 委員会等の活動と 本学の対応
8	阪神・東海に学ぶ
9	学内に結成された ボランティア サークルの活動