

# 放射線に対する意識に及ぼす放射化学実習の効果

## Effect of Radiation Measurement Practice on Understanding Radiation Relating Characteristics and Protection Principles

國 枝 英 子

小 崎 康 子

Eiko KUNIEDA

Yasuko KOZAKI

### はじめに

金城学院大学薬学部では、2009年度から4年生で放射薬学の講義を1単位、及び放射化学実習を4時間行っている。我々は2012年度の放射化学実習後に「学生の放射線に対する意識」に関するアンケート調査を実施し、その結果を報告した<sup>1)</sup>。2013年度は放射化学実習の前後に、学生の放射線に対する意識に関するアンケート調査を実施し、放射化学実習の評価を行った。2012年度と2013年度のアンケート結果をまとめ、放射化学実習が放射線に関する基礎的知識を身につけ、GM計数管を用いた放射線測定に習熟するのに極めて有効であるという結論を得たことを報告する。

### 実習の要約

放射化学実習は二つの実習AとBとからなる。4年生を4～6名単位のグループに分け、1回に4グループずつ、実習A、Bそれぞれ2時間、合計4時間行う。すべての学生に結果と考察のレポートを提出させる。

学生実習用密封小線源を用いるので被曝の恐れはないが、放射性物質を取り扱う際に必要な手順とその意義を習得させるために、外部被曝個人線量計を腹部に装着させ、線源のまわりに厚さ1cmのアクリル樹脂遮蔽板を

設置する。

**実習A**：①未知の放射性検体（密封小線源CI-36）から放出される $\beta$ 線をいろいろな厚さのアルミニウム吸収板で遮蔽後、GM計数装置を用いて計数率を測定し吸収曲線を作成する。②吸収曲線から $\beta$ 線最大エネルギーを求める。③最大エネルギーから放射性検体の核種を推定する。①、②、③の操作を通して、GM計数管の特性、 $\beta$ 線最大エネルギーの測定と放射性検体の核種の推定、及びアルミニウム板の遮蔽効果の概略を理解する。

**実習B**：①GMサーベイメータを用いて密封小線源Sr-90から出る $\beta$ 線を線源からの距離を変えて測定する。②厚さ2mmのアクリル樹脂板、アルミニウム板、鉄板、鉛板の遮蔽効果を比較し、遮蔽効果が低い遮蔽材は枚数を増やして遮蔽できる厚さを求める。①、②の操作を通して、放射線の外部被曝防護三原則のうち『距離をとる』、『遮蔽する』の二つを確認する。また、これらの実験と並行して、天然線源である昆布（ふりかけタイプ）、カリウム肥料、温泉の華（玉川温泉）、塩化カリウム、減塩じお（商品名ヤサシオ）の計数率を測定し、ユークセン石から出るラドン-220の $\alpha$ 線及び閃ウラン鉱石から出るウラン-238の $\alpha$ 線の飛跡を観測する。

## 実習前の準備

- ◆ 年度始めに実施される4年生健康診断のときに電離放射線健康診断(問診, 血液検査, 皮膚と眼の視診)を合わせて実施する。
- ◆ 事前学習(教育と訓練)を実施する。その内容は次のとおりである。  
放射線の基礎知識, 放射線測定法(以上放射薬学の授業で4.5時間)  
放射線の人体に与える影響, 放射性物質の安全取扱い, 放射線障害防止に関する法令, 金城学院大学薬学部放射線障害予防規程(以上放射線安全講習として1.5時間)

## 調査対象

金城学院大学薬学部4年生2012年度113名, 2013年度127名

## 調査方法

実習前に実施する放射線安全講習のときに, (1)放射化学実習について別表1に示す内容のアンケート調査を行った。そして, 実習後の放射薬学の授業のときに, (2)放射化学実習全般, (3)実習A, (4)実習Bに分けて別表2に示す内容のアンケート調査を行った。

### (1) 放射化学実習前のアンケート

①放射線についてどのようなイメージを持っているか, ②放射化学実習についてどのように考えているか, ③将来, 薬剤師として放射性医薬品を調剤したいと思うか, 以上3項目を選択式で調査した。

### (2) 放射化学実習全般についてのアンケート

①放射化学実習についての感想, ②実習前後で放射能や放射線についての認識が変化したか, ③将来, 薬剤師として放射性医薬品を調剤したいと思うか, 以上3項目を選択式で

問い, それぞれについての理由も選択式で調査した。

### (3) 実習Aについてのアンケート

①GM計数管のプラトー特性を理解したか, ②自然放射線の影響を考慮することを理解できたか, ③ $\beta$ 線の吸収曲線と最大エネルギーについて理解したか, ④GM計数管の分解時間と数え落としを理解したか, ⑤GM計数管の計数率補正をどの程度理解したか, 以上5項目を選択式で調査した。

### (4) 実習Bについてのアンケート

①GMサーベイメータの使用法を習得できたか, ②線源からの距離と計数率の関係の実験をして何を感じたか, ③遮蔽材の種類と遮蔽効果の実験をして何を感じたか, ④天然線源を測定してどのように感じたか, 以上4項目を選択式で調査し, ⑤霧箱で $\alpha$ 線の飛跡を観察して感じたことを記述式で調査した。

さらに, 天然線源の計数率をレポートするとき, 塩化カリウム, 昆布, カリウム肥料, 減塩じお, 温泉の華それぞれについて, 計数率をどの程度高いと感じたかを選択式で調査した。

## 結果と考察

### (1) 放射化学実習前のアンケート結果

放射化学実習前のアンケートは, 2013年度4年生127名すべてが回答した。

①放射線についてどのようなイメージを持っているか(複数回答可)(図1)

「放射線イコール危険でない」61名(48%), 「正しい科学的知識を持ちたい」72名(56.7%), 「興味がある」46名(36.2%), 「マイナスのイメージを持っている」39名(30.7%), 「測定しないとよくわからないから怖い」35名(27.6%), 「よくわからない」7名(5.5%), その他1名(0.8%) (「危くて怖いけれど, 正しく使えば有用だと思う。」)

であった。約3割の学生がマイナスのイメージを抱いていたけれども、学生の多くは放射線について冷静にとらえていたといえる。

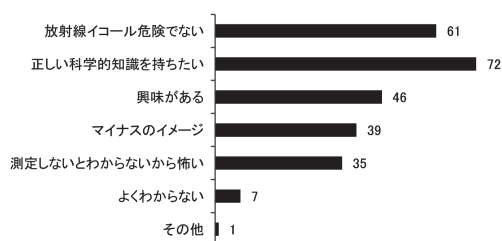


図1 放射化学実習についてのイメージ (2013)

## ② 放射化学実習についてどのように考えているか（複数回答可）（図2）

「実習内容に興味がある」74名（58.3%）、「放射線の性質や防護について確かめたい」59名（46.5%）、「放射線を測定するよい機会」42名（33.1%）、「怖いのでやりたくない」8名（6.3%）、「考えたことがない」6名（4.7%）、その他2名（1.6%）（「家でレントゲン撮影の放射線量を測っているのに、X線の被曝線量が気になっていた。」、「放射線測定の際、計算などを理解できるか不安。」）であった。マイナスのイメージを持っていても放射線に対する探究心が旺盛な学生が多かった。多くの学生が実習を肯定的にとらえていたといえる。

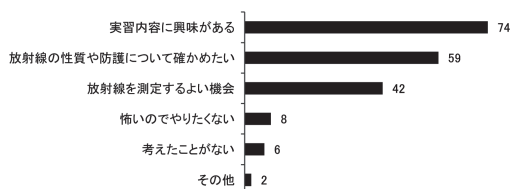


図2 放射化学実習について (2013)

## (2) 放射化学実習全般についてのアンケート結果

2012年度は113名中104名、2013年度は127

名中117名が回答した。

### ① 放射化学実習についての感想（図3）

「放射化学実習は有意義であった」2012年度47名（45.2%）、2013年度65名（55.6%）、「ある程度有意義であった」2012年度51名（49%）、2013年度48名（41%）、「どちらでもない」2012年度4名（3.8%）、2013年度3名（2.6%）、「あまり意義を感じない」2012年度2名（1.9%）、2013年度1名（0.9%）であった。

2012年度98名（94.2%）、2013年度113名（96.6%）の学生が「有意義あるいはある程度有意義であった」と回答した。半日の短い実習ではあったが、いずれの年度もほとんどの学生が有意義であったと評価した。

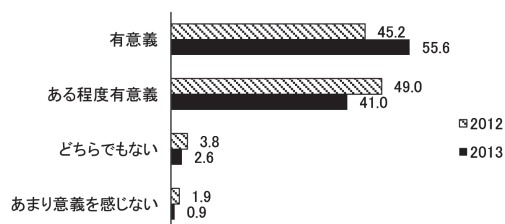


図3 放射化学実習の感想（単位：%）

有意義である理由を2012年度は記述式で調査した。その結果をもとに2013年度は選択式にして複数回答可とし、117名から回答を得た。その結果、「放射線防護三原則のうち、『距離をとる』、『遮蔽する』ことで被曝を防ぐことを確かめられた」65名（55.6%）、「実際に線源を扱い測定するよい機会であった」55名（47%）、「放射線が身近に思えるようになった」33名（28.2%）、「実習が楽しかった」24名（20.5%）、「短時間でも内容が多くあきなかった」24名（20.5%）、「 $\beta$ 線の吸収特性が確かめられ理解が深まった」23名（19.7%）、「ホットな話題で興味が持てた」17名（14.5%）、「放射性物質の安全な取り扱い方がわかった」12名（10.3%）、「GM計数管の特性が理解できた」11名（9.4%）、その

他2名(1.7%) (「GM計数管など本物を見て触れ、理解し、イメージできた。」「危ないものだと思っていたが、安全に使えば問題ないことがわかった。))であった(図4)。さらに、「治療に役立つことが内容に盛り込まれると、もっと興味が持てたと思う。」と要望した学生が1名あった。実習は教科書の内容の理解を深めるのに大いに役立ち、放射線についての知識を深めるのに有効であったといえる。

あまり意義を感じない理由は、「必要な知識だろうけど内容が多すぎてついていけなかった(2012)」、「詰め込みすぎで何をしているかわからない(2012)」、「放射線についてよくわからないので、実習の内容が理解できなかった(2013)」であった。放射薬学の授業を3回受けただけで、しかも放射線について学ぶのが初めてであったため、ごく一部の学生が実習内容を多すぎると感じ、理解できないと思ったようだ。

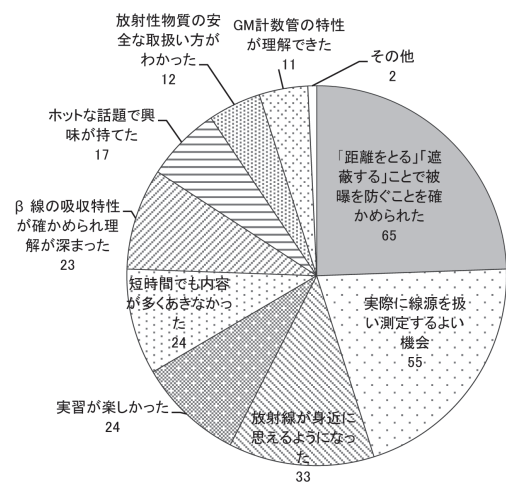


図4 有意義である理由 (2013)

② 実習前後で放射線についての認識が変わったか (図5)

「かなり変わった」2012年度19名(18.3%)、2013年度8名(6.8%)、「少し変わった」2012

年度76名(73.1%)、2013年度94名(80.3%)、「変わらない」2012年度9名(8.7%)、2013年度15名(12.8%)であった。「かなり変わったあるいは少し変わった」と回答した学生は2012年度95名(91.3%)、2013年度102名(87.2%)であった。2013年度4年生は、3年生のときに食品の放射能についての講義を受け、福島第一原子力発電所事故から1年が経過したので、放射線や放射能について冷静にとらえている学生が2012年度よりもやや多かったと思われる。

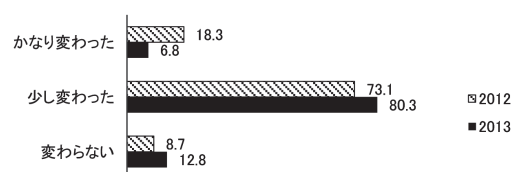


図5 放射線についての認識 (単位：%)

どのように変わったかを2012年度は記述式で調査した。その結果をもとに2013年度は選択式にして複数回答可とし、117名から回答を得た。その結果、「『距離をとる』、『遮蔽する』などの防護策をとれば外部被曝を防げることを実感した」51名(43.6%)、「身近に放射線が存在するのを知った」40名(34.2%)、「正しい科学的知識を持つことが大切」35名(29.9%)、「放射線は有用であり安全に取り扱えば危険でない」26名(22.2%)、「放射線イコール危険でない」26名(22.2%)、「測定すれば放射線の存在や量を知ることができる」20名(17.1%)、「放射線すべてが危険とは思っていなかったが、放射線の知識がより深くなった」19名(16.2%)であった(図6)。

2013年度も実習によって、学生が放射線や放射能に対する意識をプラスの方向に変えていることが示された。

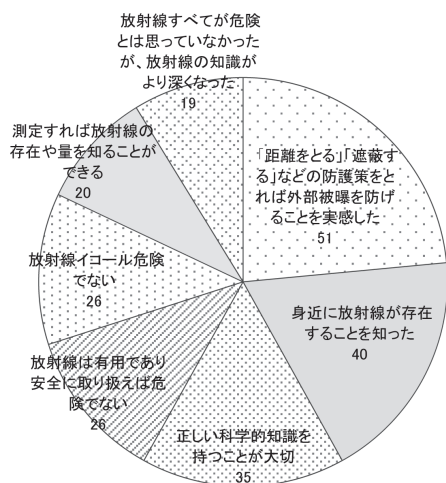


図6 放射線についての認識がどのように変わったか (2013)

③ 将来、薬剤師として放射性医薬品の調剤をやりたいと思うか (図7)

この項目については、実習前127名、実習後117名が回答した。

「是非やりたい」実習前9名 (7.1%)、実習後6名 (5.1%)、「やってもよい」実習前50名 (39.4%)、実習後51名 (43.6%)、「どちらともいえない」実習前24名 (18.9%)、実習後40名 (34.2%)、「どちらかといえばやりたくない」実習前33名 (26%)、実習後15名 (12.8%)、「やりたくない」実習前11名 (8.7%)、実習後5名 (4.3%)であった。

放射性医薬品の調剤をやりたいあるいはやってもよいと考える学生は実習前59名 (46.5%)、実習後57名 (48.7%)であり、実習の前後でほとんど変化がなかった。やりたくないまたはどちらかといえばやりたくないと考える学生は、実習前44名 (34.6%)から実習後20名 (17.1%)へと大幅に減少した。実習が放射性医薬品を扱うことに対する漠然とした不安感を払拭し、放射線に対する興味を引き出すのにより効果をもたらしたといえる。しかし、実際に調剤に携わることに

ては、実習後も約三分の一の学生がどちらともいえないと回答した。

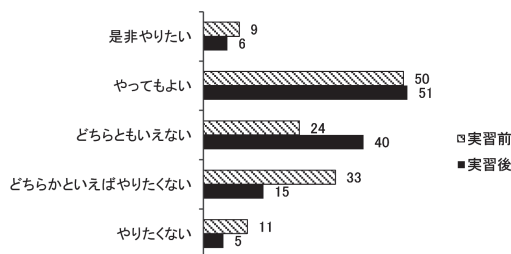


図7 放射性医薬品の調剤 (2013)

調剤したいあるいはやってもよい理由に対して、実習前88名、実習後82名が回答した (図8)。「放射性医薬品は薬剤師にとって重要な分野だから」実習前15名、実習後16名、「もっと放射線について学びたい」実習前19名、実習後11名、「薬剤師の仕事の一つだから」実習前27名、実習後23名、「安全に取り扱えるとわかったから」実習前25名、実習後16名、「実習で興味を持ったから」実習後15名であった。その他は「いろいろな経験をしたい (実習前)」、「放射性医薬品が有用ならやるべき (実習前)」、「治療に有用だとわかった (実習後)」であった。

実習前でも安全に取り扱えると冷静に考え、薬剤師として重要な分野であるとの自覚をもった学生が多くいた。実習後の「実習で興味を持ったから」と「もっと放射線について学びたい」とを合わせた回答数は26となり、実習によって放射線について学びたいと考える学生が増加したといえる。実習が放射線に対する興味を引き出し、薬剤師として放射性医薬品に取り組むことへの自覚を促すのに有効であることが裏付けられた。

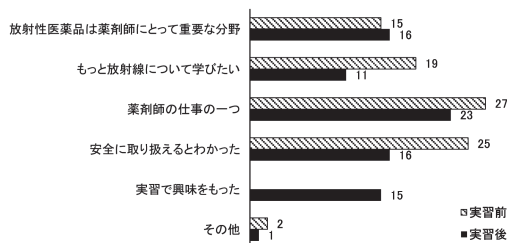


図8 調剤したい・やってもよい理由 (2013)

調剤したくない理由に対しては、実習前50名、実習後20名が回答した(図9)。実習前は「怖い、リスクを避けたい」が圧倒的に多く33名であった。それが実習後には8名にまで減少した。それ以外の理由では「難しそうだから」実習前9名、実習後7名、「興味がない、他にやりたいことがある」実習前6名、実習後5名とあまり変化がなかった。「怖い、リスクを避けたい」と考える学生が実習後に大きく減少したことから、実習が放射線に対する漠然とした不安を払拭するのに大いに役立ったといえる。

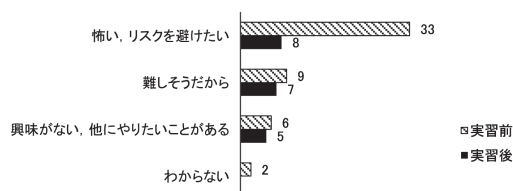


図9 調剤したくない理由 (2013)

### (3) 実習Aについてのアンケート結果

2012年度は113名中108名、2013年度は127名中114名が回答した。

#### ① GM計数管のプラトー特性を理解できたか(図10)

計数率がプラトーになる領域はGM領域と呼ばれ、放射線エネルギーに関係なく一定の電圧パルスが発生するので測定感度がよい。この項目では、GM領域についてどの程度理解したかを調査した。

「GM計数管はプラトー特性を利用する測

定器であることを理解した」2012年度55名(50.9%)、2013年度41名(36%)、「プラトー領域があることを理解した」2012年度40名(37%)、2013年度61名(53.5%)、「よくわからない」2012年度13名(12%)、2013年度12名(10.5%)であった。2012年度は実習の約2ヶ月後の放射薬学の最終授業でアンケートをとったのに対し、2013年度はすべての学生が実習を終了した時点でアンケートをとった。そのため、2012年度は授業進行に伴って放射線に対する関心や理解度が深まり、GM計数管のプラトー特性をより理解できたとの結果になったと考えられる。

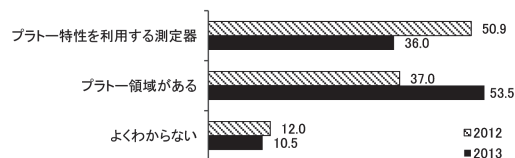


図10 GM計数管のプラトー特性 (単位: %)

#### ② 測定にあたって自然計数率の影響を考慮することの重要性を理解したか(図11)

2012年度は3項目の選択であったのを、2013年度は項目を細分して5項目にし複数回答可とした。

「測定誤差を少なくするために、測定時間を長く、あるいは測定回数を多くする必要があることを理解した」69名(60.5%)、「自然計数率を測定値から除かなければならないことを理解した」64名(56.1%)、「計数率は統計的に変動することを理解した」22名(19.3%)、「放射線の測定では自然放射線の計数寄与があることを理解した」21名(18.4%)、「よくわからない」0名であった。自然放射線の存在が測定に寄与することを約6割の学生が理解した。統計的変動による測定誤差を減らすためにどうしたらよいかも約6割の学生が理解した。しかし、放射線の放出割合は一定でなく統計的に変動することを

2割の学生しか理解できなかった。

放射線計数はランダムに変動する。測定を繰り返すと、計数とその計数が得られる頻度との間に一定の規則性が見えてくる。この統計的性質を単なる知識ではなく実際の測定値に基づいて理解するためには、1分間計数を50回程度繰り返して測定データの頻度分布曲線を求めなければならない。実習時間が半日程度と短いため、測定値の統計的変動を調べる実験を行えないのが残念である。

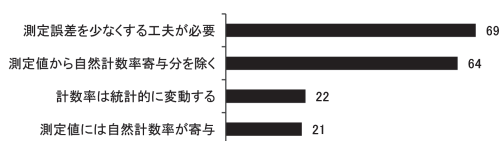


図11 自然計数率の寄与 (2013)

### ③ アルミニウム吸収板の厚さと $\beta$ 線エネルギーの関係を理解できたか (図12)

「吸収板の厚さが増すと透過率が指数関数的に減少することがわかった」2012年度38名 (35.2%), 2013年度46名 (40.4%), 「吸収板の厚さが増すと透過率が減少することがわかった」2012年度66名 (61.1%), 2013年度65名 (57%), 「よくわからない」2012年度4名 (3.7%), 2013年度3名 (2.6%)であった。 $\beta$ 線がアルミニウム板を透過すると、エネルギーが吸収され計数率が低くなることは理解できても、それが指数関数的な減少であることをグラフから理解できたのは、いずれの年度も三分の一程度であった。

$\beta$ 線は物質を透過するとき、物質中の軌道電子とクーロン散乱を起こす確率が高く、同質量、同荷電の電子同士の衝突によってエネルギーを失うと同時に散乱を受ける。しかも $\beta$ 線のエネルギーは連続スペクトルである。吸収曲線はきれいな曲線を描くので、計数率が指数関数的に減少することを読み取るのは容易であると思われるが、学習量も時間も不

足る中で $\beta$ 線の吸収や散乱などの性質を理解して放射能の定量的測定法を習得することは難しかったかもしれない。

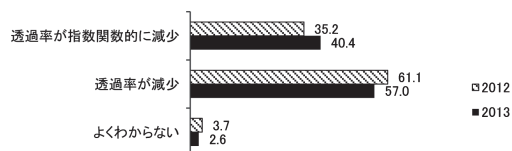


図12  $\beta$ 線の吸収特性 (単位: %)

### ④ GM計数管の分解時間と数え落としについて理解できたか (図13)

「分解時間も数え落としも理解できた」2012年度25名 (23.1%), 2013年度44名 (38.6%), 「分解時間は理解できたが数え落としはよくわからない」2012年度50名 (46.3%), 2013年度41名 (36%), 「数え落としは理解できたが分解時間はよくわからない」2012年度10名 (9.3%), 2013年度11名 (9.6%), 「よくわからない」2012年度23名 (21.3%), 2013年度18名 (15.8%)であった。分解時間は2012年度75名 (69.4%), 2013年度85名 (74.6%)と、いずれの年度も約7割の学生が理解した。オシロスコープで観測したので理解しやすかったと思われる。数え落としは2012年度アンケート結果から理解しづらいことがわかったので、テキストと解説を工夫した。その結果、理解した学生が2012年度35名 (32.4%)から2013年度55名 (48.2%)まで増加した。

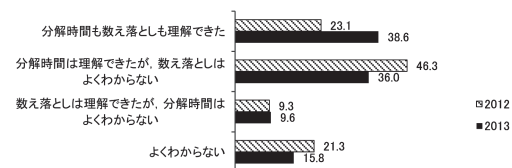


図13 分解時間と数え落とし (単位: %)

### ⑤ GM計数管の計数補正について理解できたか (複数回答可) (図14)

「入射前の空気層による吸収や入射窓の吸

収を補正するの必要を理解した」2012年度41名(38%), 2013年度50名(43.9%), 「GM計数管の数え落としの補正の仕方を理解した」2012年度27名(25%), 2013年度22名(19.3%), 「自然計数率の補正だけでは不十分であることを理解した」2012年度28名(25.9%), 2013年度33名(28.9%), 「よくわからない」2012年度17名(15.7%), 2013年度21名(18.4%)であった。自然計数率だけでなく、GM計数管の有感領域に入射する以前の空気層や入射窓による吸収の補正も数え落としの補正も理解度は低かった。授業で説明を受けていても、測定値から真の計数率を求める過程を理解するのは難しかったようだ。

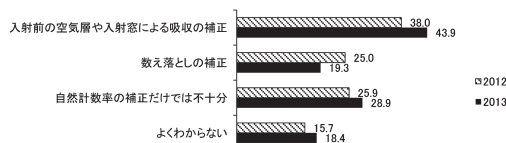


図14 計数率の補正 (単位: %)

#### (4) 実習Bについてのアンケート結果

2012年度は113名中108名, 2013年度は127名中113名が回答した。

① GMサーバイメータの使用法を習得できたか。(図15)

「習得できた」2012年度30名(27.8%), 2013年度38名(33.6%), 「手引書があれば使用できる」2012年度73名(67.6%), 2013年度69名(61.1%), 「よくわからない」2012年度5名(4.6%), 2013年度6名(5.3%)であった。いずれの年度も95%の学生が「習得できたあるいは手引書があれば使用できる」と回答した。GMサーバイメータの使用法は、ほぼ習得できたといえる。

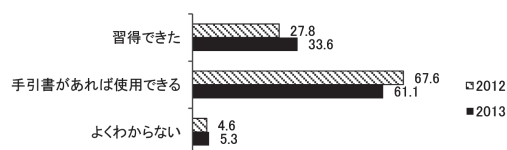


図15 GMサーバイメータの使用法 (単位: %)

② 線源からの距離と計数率の関係の実験をして何を感じたか(図16)

「線源から離れるだけで被曝を軽減できることを確認した」2012年度72名(66.7%), 2013年度60名(53.1%), 「線源は距離の2乗に反比例することを確認した」2012年度63名(58.3%), 2013年度53名(46.9%)であった。2012年度は複数回答可としたため、値が高くなっているけれども、年度による差はほとんどないと思われ、外部被曝防護三原則のひとつである線源との間に『距離をとる』ことの重要性をいずれの年度もすべての学生が理解したといえる。

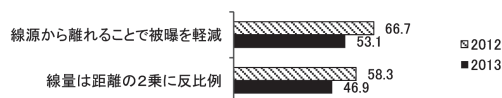


図16 線量と距離の関係 (単位: %)

③ 遮蔽材の種類・厚さと遮蔽効果の関係の実験をして何を感じたか(複数回答可)(図17)

「遮蔽材に触れ、遮蔽効果の違いを実感した」2012年度40名(37%), 2013年度33名(29.2%), 「β線はプラスチックで遮蔽できることを理解した」2012年度50名(46.3%), 2013年度59名(52.2%), 「遮蔽材の種類によって遮蔽効果が異なることを理解した」2012年度87名(80.6%), 2013年度89名(78.8%)であった。外部被曝防護三原則の一つである線源を『遮蔽する』ことの重要性をいずれの年度もすべての学生が理解したといえる。



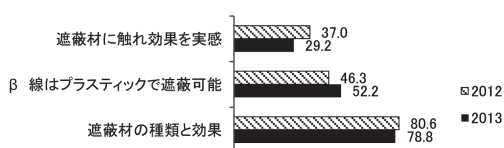


図17 遮蔽効果 (単位: %)

④ 天然線源の測定で何を感じたか (複数回答可) (図18)

この項目について2012年度は記述式で調査した。その結果をもとに2013年度は選択式にして複数回答可とし、113名から回答を得た。

「放射線を出す物質が身近に存在することを理解した」64名 (56.6%), 「天然に線源が存在することに驚いた」34名 (30.1%), 「減塩じおから放射線が出ていることに驚いた」34名 (30.1%), 「昆布からも放射線が出ていることに驚いた」31名 (27.4%), 「温泉の華の数値が高いことに驚いた」30名 (26.5%), 「カリウムを含むものから放射線が出ると知った」17名 (15%), その他2名 (1.8%) (「人からも放射線が出ていることに驚いた。」「放射線を出していないものの方が珍しいのではないか。)) であった。

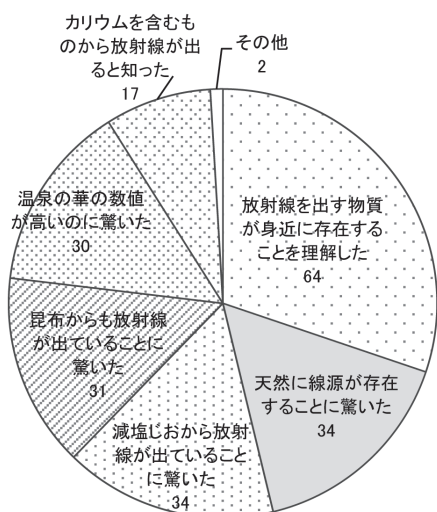


図18 天然線源の測定 (2013)

⑤ 霧箱でα線の飛跡を観察して感じたこと (図19)

この項目は2012年度と同じく2013年度も記述式で調査し、96名の学生が回答した。

「見えることに驚いた、感動した」32名 (33.3%), 「イメージできた、面白かった、興味をもった」14名 (14.6%), 「きれい、神秘的」13名 (13.5%), 「絶えず四方八方に出ている、しかも速い」9名 (9.4%), 「飛距離は短いことがわかった」6名 (6.3%), 「放出方向や間隔がまちまちで予測できない、測定値がばらつくことに納得した」2名 (2.1%), 「実際には目に見えないし、害をもたらすので怖い」2名 (2.1%) であった。「もやもやとしたもの、雲のようなものしか見えなかった」学生が12名 (12.5%) もいた。もやもやとしたもの、雲のようなものはアルコール蒸気である。ユークセン石を含んだランタンの芯でラドンガスを貯めて実験したため、後半のグループはラドンガスが少なくなったのか、うまく観察できなかったようだ。その他6名 (6.3%) は「このように放射線が目に見えたら、福島第一原子力発電所事故後の状況もよくなると思った。」「目に見えない脅威と取り上げられることが多いが、全く捉えられないのではないことを知った。」「危ないものだと思っていたが、安全に取り扱えば問題ないことがわかった。」「α線は身の回りに存在することがわかった。」「静電気を除去すると飛跡が見えることに驚いた。」「ドライアイスで冷やすと見えることに驚いた。」であった。

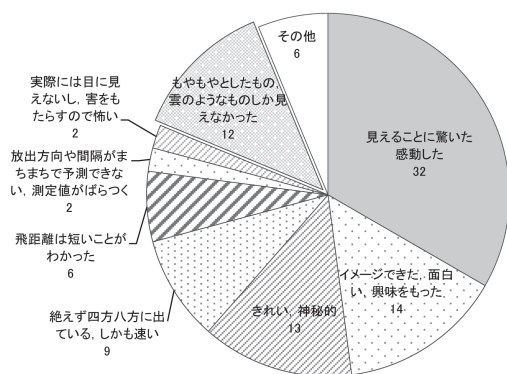


図19 霧箱の観察の感想 (2013)

⑥ 天然線源の計数率は高いと思うか (図20)

2012年度は天然線源の測定値に驚いた学生が多かった。しかし、そう感じた学生すべてが回答したとは限らないし、どの程度高いと感じたかはわからなかった。このことを踏まえ、2013年度は(ア)塩化カリウム、(イ)コンブ、(ウ)カリウム肥料、(エ)減塩じお、(オ)温泉の華の5つの天然線源の測定をこの順に行い、それぞれについてどの程度高いと感じたかを調査した。そして126名から回答を得た。学生が高いと感じる線源と実際に測定した値(図21)との間にはあまり関連がみられず、塩化カリウム、減塩じお、温泉の華の測定値を意外に高いと感じた学生が多かった。特に減塩じおの測定値を高いと感じた学生が多かった。カリウム肥料を高いと感じる学生が少ないのは、その前に塩化カリウムを測定して、名称にカリウムが含まれているので高くなることを予測したためと思われる。高血圧患者用の減塩じおは、ナトリウムをカリウムで代替しているため測定値が高くなる。測定値に驚くと同時に、このことに気づき納得する学生が多かった。昆布の計数率63.7 cpmは自然計数率(40 cpm前後)より

少し高い程度である。昆布はカリウムを多く含む食品であることを知っている学生も多いと思われる。それでも驚く学生が三分の一もいた。

天然線源の測定は、身の回りに放射線が存在することを実感でき、また、その放射能がどの程度であるかを知るよい機会であったと考えられる。

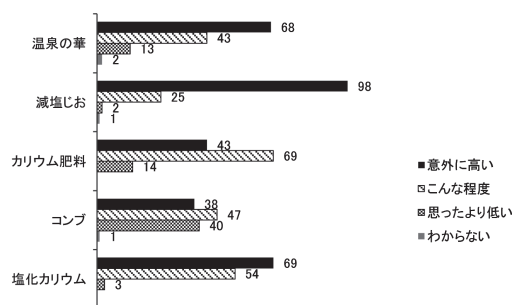


図20 天然線源の測定 (2013)



図21 計数率 (cpm)

注) 10分間25回測定した平均計数率 cpm は1分当たりのカウント数

おわりに

福島第一原子力発電所事故により放出された放射性物質で汚染された地域に住む人々にとって一番知りたいことは、「毎日の生活の中でどうやって身を守ればよいか? 自分で身を守る方法を知りたい。」「どの場所の線量が高いのかを知って、そこに近づかないようにしてほしい。」などであり、具体的な防護策についての教育を望む意見が多く寄せられたという<sup>2)</sup>。具体的な防護策をとるためには、サーベイメータ等で放射線量を測定しな

ければならない。

放射化学実習は，身近な測定器であるGMサーベイメータの測定原理とその取扱いに習熟することを目標にし，その目標をほぼ達成した。そして，放射線測定を通して，多くの学生が放射線に対する知識を深め，放射線について学ぶことの重要性を理解した。

また，天然線源の測定を通して身の回りに放射線が存在することを実感し，自然放射線量を知ることは，放射線に対する漠然とした

不安を払拭するのに大いに役立つことを前回調査に続き，再確認することができた。

#### 参考文献

- 1) 國枝英子，小崎康子：薬学教育における放射化学実習の評価，金城学院大学論集（自然科学編）10（1），8-20,2013
- 2) 吉田裕子：被災地で求められる放射線教育とは，平成25年度放射線安全取扱部会年次大会シンポジウムI，2013

別表 1

放射化学実習前のアンケート

1. 放射線についてどのようなイメージを持っていますか。(複数回答可)

- ① 放射線は危ない, 怖い, 危険といったマイナスのイメージを持っている
- ② 自然放射線も存在するので, 放射線イコール危険とは思わない
- ③ 測定しないとその存在や量がわからないので怖い
- ④ 放射線について正しい科学的知識を持ちたい
- ⑤ 福島第一原子力発電所事故があったので, 放射線について興味を持っている
- ⑥ よくわからない
- ⑦ その他

[ ]

2. 放射化学実習についてどのように考えていますか。(複数回答可)

- ① 実習は怖いのでやりたくない
- ② 実際に放射線を測定することができるよい機会だと思う
- ③ 放射線の性質や防護方法などについて実習で確かめたい
- ④ どんなことをやるのか実習内容に興味がある
- ⑤ 考えたことがない
- ⑥ その他

[ ]

3. 将来, 薬剤師として放射性医薬品の調剤をやりたいと思いますか。

- ① やりたい
- ② やってもよい
- ③ あまりやりたくない
- ④ やりたくない
- ⑤ わからない

①あるいは②と答えた方はその理由を聞かせてください。(複数回答可)

- (ア) 放射性医薬品は有用だと思うのでやりたい
- (イ) 放射線に関して学べるのでやりたい
- (ウ) 薬剤師としての仕事ならやってもよい
- (エ) 安全を保証されるのならやってもよい
- (オ) その他

[ ]

③または④と答えた方はその理由を聞かせてください。（複数回答可）

- (ア) 危険な仕事だと思うのでリスクを避けたい
- (イ) 難しそうだからやりたくない
- (ウ) 興味がない，もっと他にやりたいことがある
- (エ) 怖いのでやりたくない
- (オ) わからない
- (カ) その他

[ ]

## 別表 2

### 放射化学実習後のアンケート

#### (2) 放射化学実習全般について

1. 放射化学実習についての感想を聞かせてください。

- ① 有意義であった      ② ある程度有意義であった      ③ どちらでもない
- ④ あまり意義を感じなかった      ⑤ 意義を感じなかった

①あるいは②と答えた方はその理由を聞かせてください。（複数回答可）

- (ア)  $\beta$ 線の吸収特性が確かめられ，理解が深まった
- (イ) GM計数管の特性が理解できた
- (ウ) 「線源との距離をとる」「遮蔽する」ことで被曝を防ぐことを実験で確かめられた
- (エ) 実際に線源に触れ測定できるよい機会だった
- (オ) 放射線が身近に思えるようになった
- (カ) 放射性物質の安全な取扱い方がわかった
- (キ) 短時間でも内容が多く，あきなかった
- (ク) ホットな話題なので興味が持てた
- (ケ) 実習が楽しかった
- (コ) その他

[ ]

④あるいは⑤と答えた方はその理由を聞かせてください。

- (ア) 内容が多く考える時間がなかった
- (イ) 放射線についてよくわからないので、実習の内容が理解できなかった
- (ウ) 実習は怖かった
- (エ) その他

2. 実習前後で放射能や放射線についての認識が変わりましたか？

- ① かなり変わった      ② 少し変わった      ③ 変わらない

①あるいは②と答えた方、どのように変わりましたか？（複数回答可）

- (ア) 放射線は有用であり、安全に取り扱えば危険ではないと思った
- (イ) 距離をとる、遮蔽するなどの防護策をとれば外部被曝を防げることを実感した
- (ウ) 身近に放射線が存在することを知った
- (エ) 正しい科学的知識を持つことが大切だと思った
- (オ) “放射線イコール危険”ではないとわかった
- (カ) 測定すれば放射線の存在や量を知ることができるとわかった
- (キ) 放射線すべてが危険とは思っていなかったが、放射線の知識がより深くなった
- (ク) その他

3. 将来、薬剤師として放射性医薬品の調剤をやりたいと思いますか。

- ① 是非やりたい      ② やってもよい      ③ どちらともいえない
- ④ どちらかといえばやりたくない      ⑤ やりたくない

①あるいは②と答えた方はその理由を聞かせてください。（複数回答可）

- (ア) 放射性医薬品は薬剤師にとって重要な分野だから
- (イ) もっと放射線について学びたいから
- (ウ) 薬剤師の仕事の一つだから
- (エ) 安全に取り扱えるとわかったから
- (オ) 実習で興味をもったから
- (カ) その他

④あるいは⑤と答えた方はその理由を聞かせてください。

- (ア) 怖い，リスクを避けたい
- (イ) 難しそうだから
- (ウ) 興味がない，他にやりたいことがある
- (エ) わからない
- (オ) その他

[ ]

4. 実習についての要望などがありましたら述べてください。

[ ]

### (3) 実習Aについてのアンケート

1. GM計数管は計数率が一定（プラトー）となる，ある範囲の印加電圧領域で放射線を測定するので，その使用電圧を決定する実験をしました。GM計数管のプラトー特性について理解できましたか。

- ① GM計数管はプラトー特性を利用する測定器であることを理解した
- ② プラトー領域があることを理解した
- ③ よくわからない

2. バックグラウンドと呼ばれる自然計数率を測定し正味計数率を計算しました。

測定にあたって自然計数率の影響を考慮することを理解できましたか。（複数回答可）

- ① 計数率の測定誤差を少なくするために，測定時間を長く，あるいは測定回数を多くする必要があることを理解した
- ② 常に自然計数率を測定し，その値を測定値から除かなければならないことを理解した
- ③ 計数率は統計的に変動することを理解した
- ④ 放射線の測定では自然放射線の計数寄与があることを理解した
- ⑤ よくわからない

3.  $\beta$ 線の吸収特性を利用して $\beta$ 線の最大エネルギーを測定しました。

アルミニウム吸収板の厚さとエネルギー吸収の関係が理解できましたか。

- ① 吸収板の厚さが増すと透過率が指数関数的に減少することがわかった
- ② 吸収板の厚さが増すと透過率が減少することがわかった
- ③ よくわからない

4. GM計数管の分解時間と数え落としについて理解できましたか。

- ① 分解時間も数え落としも理解できた
- ② 分解時間は理解できたが、数え落としはよくわからない
- ③ 数え落としは理解できたが、分解時間はよくわからない
- ④ よくわからない

5.  $\beta$ 線のエネルギー測定では、入射前の空気やGM計数管の入射窓による吸収、GM計数管の数え落としを考慮し補正しました。補正について理解できましたか。(複数回答可)

- ① 入射前の空気層による吸収やGM計数管の入射窓の吸収を補正する必要があることを理解した
- ② GM計数管の数え落としの補正の仕方を理解した
- ③ 自然計数率の補正だけでは不十分であることを理解した
- ④ よくわからない

(4) 実習Bについてのアンケート

1. GMサーベイメータの使用法を習得できましたか。

- ① 習得できた
- ② 手引書があれば使用できる
- ③ 使用できるかよくわからない

2. 線源からの距離と計数率の関係の実験をして何を感じましたか。

- ① 線量は距離の2乗に反比例することを確認した
- ② 線源から離れるだけで被曝を軽減できることを確認した
- ③ その他

[ ]

3. 遮蔽材の種類及び厚さと遮蔽効果の関係の実験をして何を感じましたか。(複数回答可)

- ① 遮蔽材の種類によって遮蔽効果が異なることを理解した
- ② プラスティックでもある程度の厚さがあれば $\beta$ 線を十分に遮蔽できることを理解した
- ③ いろいろな遮蔽材に触れ、重量感(密度)などからも遮蔽効果の違いを実感した
- ④ その他

[ ]



4. 天然線源の計数率を測定してどのように感じましたか。（複数回答可）

- ① 昆布からも放射線が出ていることに驚いた
- ② 減塩じおから放射線が出ていることに驚いた
- ③ 温泉の華の計数値が高いことに驚いた
- ④ 天然に線源が存在することに驚いた
- ⑤ カリウムを含むものから放射線が出ると知った
- ⑥ 放射線を出す物質が身近に存在することを理解した
- ⑦ その他

[ ]

5. 霧箱でウランやラドンから出る  $\alpha$  線の飛跡を観察したことについて、感じたことを述べてください。

[ ]

6. 天然線源の計数率は高いと思いましたか。

(ア) 塩化カリウムについて

- ① 意外に高いと思った
- ② こんな程度かなと思った
- ③ 思っていたより低かった
- ④ わからない

(イ) コンブについて

- ① 意外に高いと思った
- ② こんな程度かなと思った
- ③ 思っていたより低かった
- ④ わからない

(ウ) カリウム肥料について

- ① 意外に高いと思った
- ② こんな程度かなと思った
- ③ 思っていたより低かった
- ④ わからない

(エ) 減塩じおについて

- ① 意外に高いと思った
- ② こんな程度かなと思った
- ③ 思っていたより低かった
- ④ わからない

(オ) 温泉の華について

- ① 意外に高いと思った
- ② こんな程度かなと思った
- ③ 思っていたより低かった
- ④ わからない