

## “放射線教育”の実践と学生の反応

村田 朋恵\*・黒澤 実姫\*・佐々木 聡也\*・井上 祥史\*・八木 一正\*

(2012年3月5日受理)

Tomoe MURATA・Miki KUROSAWA・Soya SASAKI・Shoshi INOUE・Ichimasa YAGI

The Practice of “Education about radiation” and Students' Reactions

<キーワード> 放射線、理科教育、シーベルト、危険値、基準値、持続可能な社会

### 1 はじめに

2011年3月の東日本大震災により、東京電力福島第一原子力発電所では、水素爆発などの原発事故が起こった。それによる放射線飛散に対し、過剰ともいえる報道がなされている。私たちは、放射線被ばくに対する正しい知識を国民一人ひとりが身につけることが重要であると考え、まずは教育学部学生に対して“放射線教育”を行った。事後アンケートの分析から、学生は放射線に対する知識が十分でないが、放射線についての指導を行うことでマスコミの報道などを科学的に思考できることがわかった。今後は指導内容の質を高め、教育現場での実施を目指す。

### 2 研究目的

東京電力福島第一原子力発電所事故では、放射線の飛散がおこり、農作物への被害も確認されている。多量の放射線被ばくは危険であるが、昨今のマスコミの過剰報道は過熱するばかりである。特に被害の大きい福島県では、農家が風評被害を受け生活が苦しくなっている。

教育現場にもその影響は大きい。東北の小中学校では、空間放射線量を毎時計測し、外遊びや外での学習を制限される、保護者の要請で子どもが

牛乳を飲めないなどの状況が続いている。

このような状況に生きる東北人として重要なことは、放射線や放射能物質についての正しい知識を身につけ、過度に怖がらないことである。科学的視点を通して東北の子ども達に生きる力をつけるためには、学校の先生達が正しい指導を行わなくてはならない。

以上のことから私たちは、まず教員を目指す学生を対象に“放射線教育”の実践を行い、その反応をアンケートによって分析することにした。

### 3 研究方法

教育学部学校教育教員養成課程学校コース理科サブコース3年生11名、1年生14名を対象に、放射線と放射性物質に関する基礎知識と、報道の読み方、簡単な実験を行い、90分間の講義を行った。講義終了後にアンケートを行い、放射線に対する意識の変化を読み取る。

2012年2月1日に3年生向け、2月3日に1年生向けの講義を実施した。

### 4 講義内容

#### (1) 手作り霧箱による演示実験

講義の導入に、霧箱で放射線を見る実験を行っ

\* 岩手大学教育学部

た。霧箱とは、蒸気のアルコールの凝結作用を用いて放射線のうち $\alpha$ 線と一部 $\beta$ 線の飛跡を観察するための装置である。今回は、ドライアイスの代わりに液体窒素を用いて実験を行った。放射線を『見る』ことが新鮮であった学生が多く、 $\alpha$ 線が飛ぶ様子が見られると、歓声が上がった。

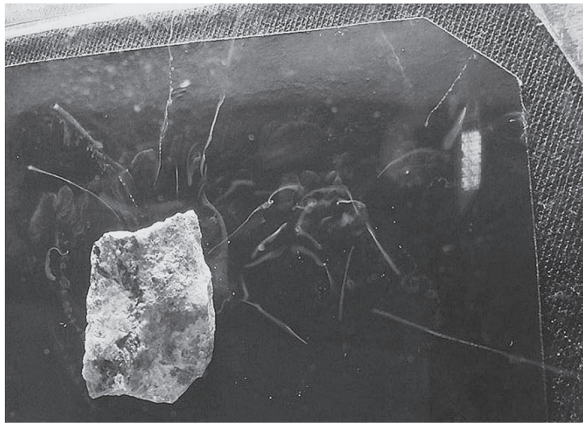


写真1 霧箱で石ころからの放射線飛跡の観察

## (2) 放射線とは何か

放射能と放射線の違いと、放射線の種類を学習を以下のように行った。

放射能と放射線の関係は、一般にホテルとホテルの出す光に例えられる。ホテルの出す光を放射線に例えると、ホテルは放射性物質であり、放射能を持っているというように説明できる。

また、放射線には $\alpha$ 線、 $\beta$ 線、 $\gamma$ 線、中性子線といった種類がある。透過性に大きな違いがあり、それが人体にもたらす影響にも違いを与えている。

また、放射線による影響は、放射線を出している放射性物質の種類によって異なる。これらは主に半減期による影響である。半減期とは、放射性核種あるいは素粒子が崩壊して別の核種あるいは素粒子に変わるとき、元の核種あるいは素粒子の半分が崩壊する期間を言う。簡単に言うと、放射性物質が放射線を出しながら崩壊していき、もとの半分の量になる期間である。半減期の短い放射性物質は、半減期前に多量の放射線を発生するが、代表的な放射性物質であるヨウ素131の半減期は8日、セシウム137は30年、ウラン238は45億年で

ある。

放射性物質を体内に取り込んだり、放射線を浴びたりして被ばくしたとき、放射性物質の種類により身体に蓄積する場所が変わる。これにより被ばくの影響もさまざま変わってくる。例えば、ヨウ素は甲状腺に、またセシウムは消化器から吸収されて血液に入り、筋肉組織や生殖意に蓄積する。プルトニウムは微量の固体物質として肺に沈着しやすいが、プルトニウムから放射される $\gamma$ 線はエネルギーが大きいため、微量でも肺がんを引き起こす可能性が高いといわれている。

放射線による影響は、放射性物質から離れれば離れるほど小さくなる。これは放射状の図で示されるような、逆2乗の法則で説明できる。放射性物質を $s$ とすると、 $s$ との距離が $r$ のとき単位面積 $A$ を通過する放射線の本数を $9$ 本とすると、距離が $2r$ のとき $3$ 本、 $3r$ のとき $1$ 本というように、影響が小さくなることがわかる。

## (3) ベクレルとシーベルト

放射能や被ばくの影響を考えるうえで、必要な単位量がいくつかある。例えば放射能(Bq)、1 kgあたりの放射能(Bq/kg)、1 cm線量当量率(Sv/h)、実行線量(Sv)、実行線量係数(Sv/Bq)、半減期などがそれにあたるだろう。これらの量を扱うには、基本的な考え方であるベクレル(Bq)とシーベルト(Sv)という単位を理解しなくてはならない。

ベクレル(Bq)は、単位時間当たりの崩壊数、放射性同位元素が放射線を出す能力や放射性物質の量を示している。一般には、1 kgあたりの放射能(Bq/kg)のような形で使われている。しかし、これだけでは被ばくによる人体への影響を知ることとはできない。

シーベルト(Sv)は、人の被ばく量(積算量)の単位である。一般には、1 cm線量当量率(Sv/h)という形で使われている。被ばく量の目安を示すときには、この単位を使うことが望ましいとされている。(2)では、放射性物質により放射線被ばくの影響の大きさが異なると述べた。つまり、放射能(Bq)が同じ物質でも、放射性物質が異

なっていれば、シーベルト (Sv) も異なるのである。

これらの関係は、硬貨の枚数と合計金額の関係に例えることができる。硬貨の枚数が放射能を示すベクレル (Bq) に相当し、合計金額が人体への影響度を示すシーベルト (Sv) に相当する。この例えを小中学生にも説明しやすい方法として、提示を行った。

#### (4) 被ばく量の目安

私たちは、日常的に放射線被ばくをしている。これらを一般的に自然被ばくと呼んでいる。自然被ばくの世界年間平均は2.4mSvであり、日本での年間平均は1.5mSvである。イランのラムサールの自然被ばくは、年間10.2mSv以上だが死亡率は低い。このほかにも医療被ばくなど、人々はさまざまな形で放射線被ばくをしている。

#### (5) 確率的影響の範囲

放射線被ばくの影響には、確定的影響と確率的影響の2種類がある。確定的影響とは、ある閾値を超えると出る影響で、一定量以上の被ばくをすると必ず症状が現れる。脱毛や白内障、赤斑、水泡、潰瘍、不妊、白血球減少などの影響があり、被ばく線量が多くなるほど症状は重くなる。

確率的影響とは、閾値が存在しない影響のことである。被ばく線量が大きくなるほど影響の発生「確率」が大きくなる。

確率的影響が起こる目安として、100mSvの被ばくでがんによる死亡率が0.5%増加するという高エネルギー加速器研究機構 (KEK) の説がある。

変化率が統計学上有意であることを示すには、危険率5%を超えている必要があるため、統計学上はこの値を有意であるといえない。実際は、100mSv以下の被ばくの影響がわかっていないことにより、この基準が定められた。先述の基準値は一般成人向けの値であるが、通常の放射線作業での限度値は1年間50mSv、5年間で100mSv、緊急時に一時的に浴びる上限である250mSvと定められている。以上の範囲内の被ばくでは、感受性ということで個人差があるとは考えられない。

以上より、今回の講義では100mSvまでの被ば

くを安全であると判断し、100mSvを『安全値』と呼ぶことにした。

#### (6) マスコミ報道の読み方

マスコミの報道の仕方には、大きく2点の問題がある。

まず、放射線事故の規模や農作物から検出された放射能をベクレル (Bq) のみで示していることである。これでは人体に対する影響がどの程度であるかわからず、国民の混乱を招くこととなる。

次に、文部科学省や厚生労働省が定める被ばく量の基準値を確率的影響もしくは確定的影響の閾値と混同していることである。基準値は安全値の40分の1程度の値に定められていることが多く、基準値を超える値が危険な値であるとは言い切れない。

例えば、2011年3月17日以降、日本の水道水の暫定基準値は、ヨウ素131で300 (Bq/L) となっている。この基準値ちょうどのヨウ素131を含む水道水を1日1L、11年間摂取した場合の人体に対する影響は2.409 mSvである。「基準値の10倍のヨウ素が検出された」というような報道の仕方をよく耳にするが、「20.4mSvの影響です」と報道されるのでは随分印象が違はずである。

報道の仕方に惑わされず、単位量を正しく扱い、判断していくことが重要である。

#### (7) 手軽な除染方法

汚染があったとしても以下の処置でかなりの程度の放射性物質を落とすことができる。

- 外出後は洋服、靴を脱いでビニール袋に入れる。
- 布やウェットティッシュなどで靴を拭きとる。
- 髪・顔・体・耳の中・爪の間を洗う。
- 洋服は洗濯するか、捨てる。
- 外出の際は雨合羽等で装備。

また、内部被ばく対策でも同様に、

- 野菜・魚・肉は水洗いと冷凍によって30~70%除去できる。
- 魚は放射性物質が内臓にたまりやすいので内臓を取り除けばかなりの部分が除去できる。
- 昆布はヨウ素を含んでいるため、甲状腺に放射性ヨウ素が吸収されにくくなり、甲状腺がんを

防ぐ。

○牛乳に含まれるラクトフェリンは排出効果がある。

○リンゴに含まれるペクチンという植物繊維が体内のセシウムを吸着し排出する。

被ばくを全くしないことが不可能である状況においては、このような対策が有効である。

#### 4 学生へのアンケート

講義後受講生教育学部学校教育教員養成課程学校コース理科サブコース3年生11名、1年生14名を対象に、「放射線・放射能に関するアンケート」を行った。アンケート項目(表1)と集計結果(図1)は以下の通りである。

##### 各項目の評点

- ①そう思う(5点)
- ②少しそう思う(4点)
- ③どちらでもない(3点)
- ④あまりそう思わない(2点)
- ⑤そう思わない(1点)

表1 アンケート項目

放射線を見る実験は分かりやすかったですか？	実験理解
実験には驚きがありましたか？	実験驚き
パワーポイントでの説明は分かりやすかったですか？	PP理解
放射能を表す単位は理解できましたか？	単位理解
マスコミの報道を科学的視点から捉えることができましたか？	科学視点
身近なものと放射能を関連付けて考えることが出来ましたか？	身近関連
授業を通して放射能をもっと学びたいと思いましたか？	役立授業
授業を通してあなたは放射能について子どもに説明できそうですか？	子供説明
この授業を通して放射能に対する理解は深まりましたか？	総合評価

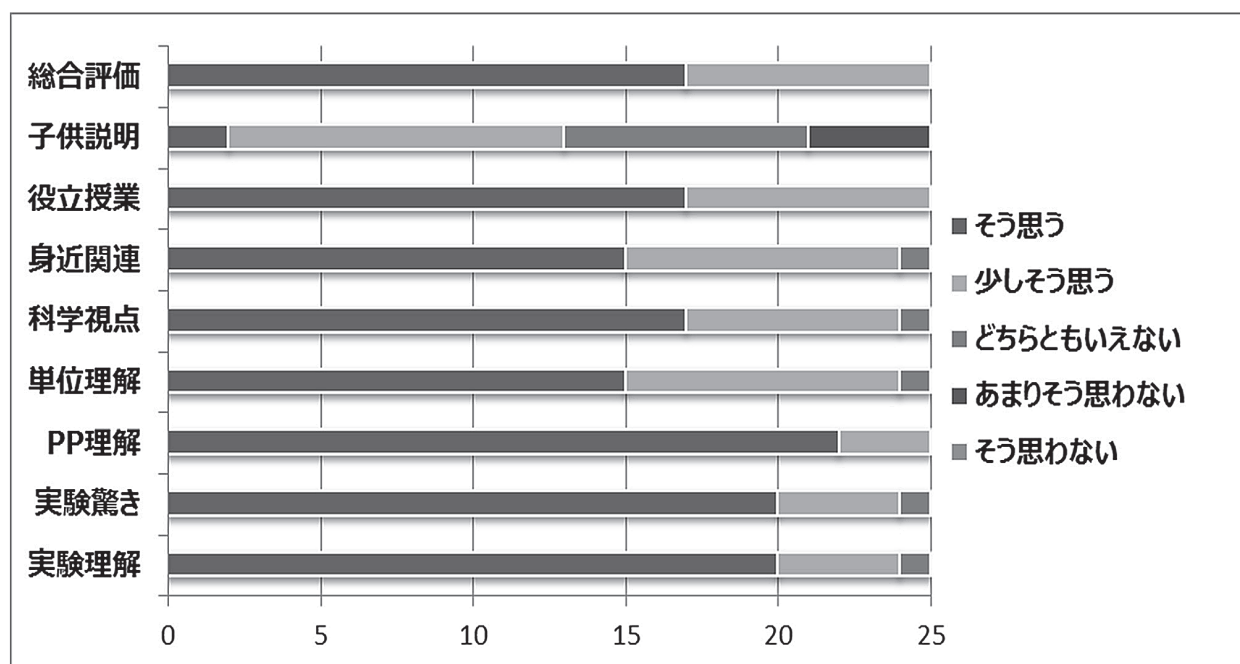


図1 アンケート集計結果



## 5 アンケート結果と考察

基本統計量は以下のとおりである。データ数が少ないが、それぞれの信頼度を示した。

アンケートの回答を前頁のように点数化し、チャートと棒グラフから結果を考察する。

評価の最も平均点の高い項目は『PP理解』低

表2 データの基本統計量

	実験理解	実験驚き	PP理解	単位理解	科学視点	身近関連	役立授業	子供説明	総合評価
データ数	25	25	25	25	25	25	25	25	25
平均値	4.76	4.76	4.88	4.56	4.56	4.56	4.68	3.44	4.68
不偏分散	0.27	0.27	0.11	0.34	0.59	0.34	0.23	0.76	0.23
標準偏差	0.52	0.52	0.33	0.58	0.77	0.58	0.48	0.87	0.48
標準誤差	0.10	0.10	0.07	0.12	0.15	0.12	0.10	0.17	0.10
最小値	3	3	4	3	2	3	4	2	4
最大値	5	5	5	5	5	5	5	5	5
変動係数	0.11	0.11	0.07	0.13	0.17	0.13	0.10	0.25	0.10
範囲	2	2	1	2	3	2	1	3	1
合計	119	119	122	114	114	114	117	86	117
平方和	573	573	598	528	534	528	553	314	553
相乗平均	4.73	4.73	4.87	4.52	4.48	4.52	4.66	3.32	4.66
調和平均	4.69	4.69	4.85	4.48	4.36	4.48	4.63	3.20	4.63
歪度	-2.06	-2.06	-2.34	-0.88	-1.89	-0.88	-0.77	-0.20	-0.77
尖度	3.39	3.39	3.47	-0.23	3.25	-0.23	-1.40	-0.69	-1.40
中央値	5	5	5	5	5	5	5	4	5
四分位範囲	0	0	0	1	1	1	1	1	1
最頻値	5	5	5	5	5	5	5	4	5
10%調整平均	4.83	4.83	4.91	4.61	4.65	4.61	4.70	3.43	4.70
中央絶対偏差	0.24	0.24	0.12	0.44	0.44	0.44	0.32	0.72	0.32

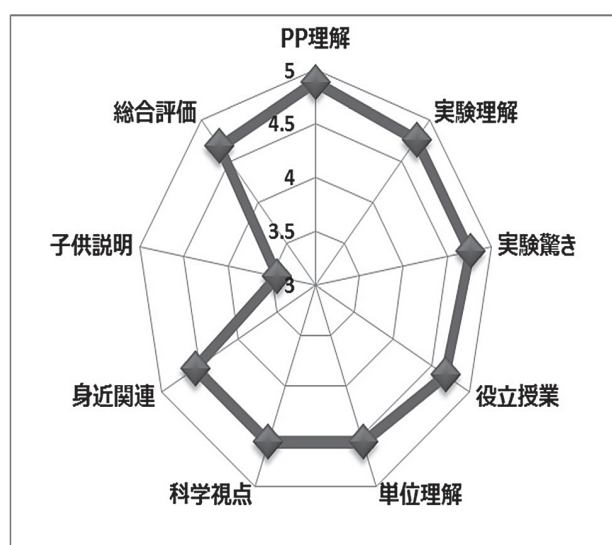


図2 結果平均のチャートグラフ (n=25)

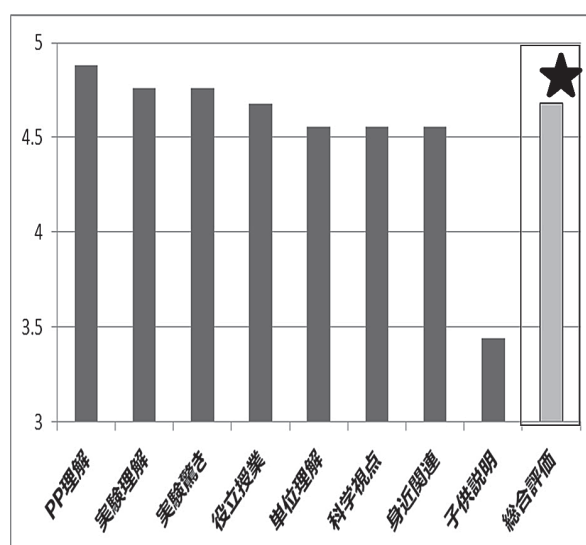


図3 結果平均の棒グラフ (n=25)

い項目は『子供説明』となっている。

以上の結果・考察は次の通り。

図1から、『子供理解』以外のすべての項目で高評価が96%以上であった。おおむねよい評価を得られたように感じる。

特に、プレゼンテーションソフトを利用した内容説明が効果的であったことが分かった。霧箱を使った実験も驚きがあり、よく理解できたようである。評価の平均点が最も低いのは『子供説明』であった。単位量の理解などが難しく、学生も理解するのがやっとであったのではと考えられる。

## 6 CS分析による結果と考察

CS分析を行うことによってチャートグラフでは分からなかった改善点をCSグラフや改善度グラフによって分析していく。

目的関数を「この授業を通して放射能に対する理解は深まりましたか?」、説明関数をその他の質問項目にしてのCS分析を行う。このように受講生を様々な観点で分類し、分析を行う。

また、アンケート結果を＜1・3学年の評価＞、＜3学年の評価＞、＜1学年の評価＞と分けて分析していくことで、より具体的な改善点が見つかる。

### ＜1・3学年の評価＞

図4のグラフの矢印の方向に従って、改善度が高い項目となる。

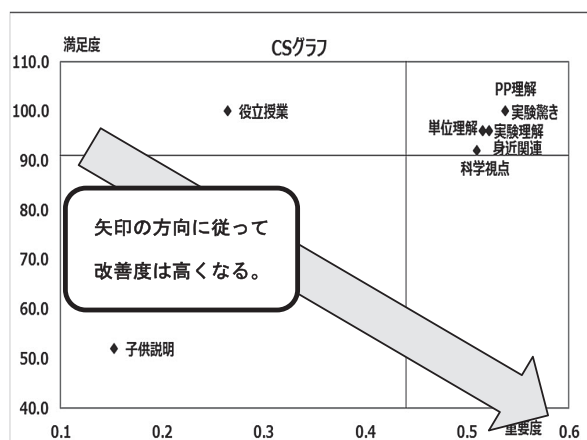


図4 1・3学年の評価のCSグラフ

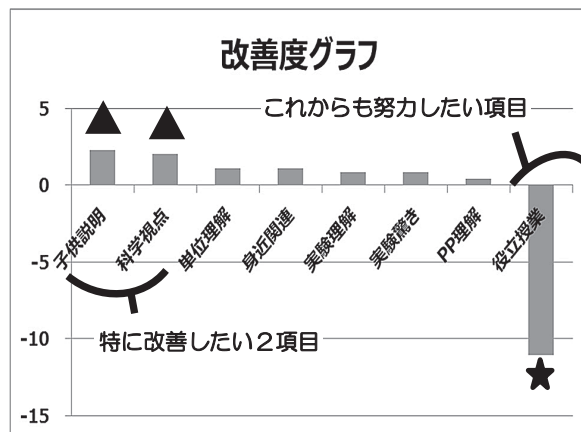


図5 1・3学年の評価の改善度グラフ

しかし、重要度の高い項目はすべて満足度が高くなっている。

図5より、最も改善度が高い項目は『子供説明』である。次に改善度が高い項目は『科学視点』である。『役立授業』の項目は改善する必要がなく、テーマ選びが良かったことが影響していると思われる。

良かった点として、講義を通して学生の放射能・放射線に対する興味を高めることができたことが挙げられる。

改善点として、子どもに説明できるまでの理解度を高めること、報道を科学的に見る視点を養うことが挙げられる。

### ＜3学年の評価＞

このアンケートでは5と4の評価が多いため、CS分析を行うことはできなかった。そのため、平均点のレーダーグラフや棒グラフからしか授業の改善点を出すことはできない。評価点が高い理由として、授業者と受講生が同学年であり、低い評価をつけにくかったことが考えられる。

### ＜1学年の評価＞

3学年のアンケート結果よりも評価点にばらつきがあるため、図4よりも広がりのあるグラフになっている。このグラフにおいても重要度の高い項目は満足度が高くなっているが、図4のグラフに比べると、『身近関連』『単位理解』の項目の改善度が高いことがわかる。

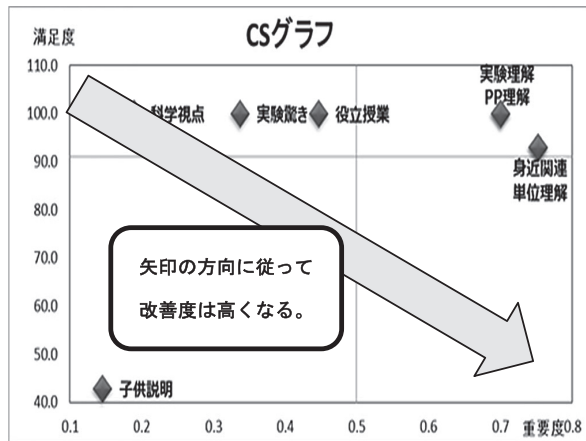


図6 1学年の評価のCS グラフ

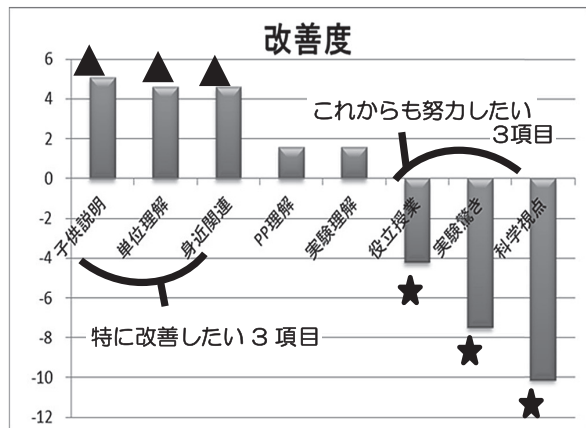


図7 1学年の評価の改善度グラフ

以上の結果から良かった点として、報道などを冷静に科学的視点から考察する力が付いたこと、実験に驚きがあり、魅力的だったこと、学生にもっと放射能を学びたいと思わせる講義だったことが挙げられる。

改善点として、子どもに説明できるような話し方指導や、より深い理解を図ること、複雑な単位をより理解しやすくすること、身近に放射線の関連事象を考えさせることが挙げられる。

## 7 アンケート自由記述欄の結果

いずれのアンケートにも自由記述欄を設けた。以下にその内容を示す。

- 放射線を見たのは初めてで面白かった。
- ホタルや財布のたとえが分り易かった。
- 単位について詳しく学べてよかった。
- 身近な話も多く、興味を持って聞いた。
- 震災を子どもに伝えていきたい。
- 霧箱の実験をできるようになりたい。
- 知識不足だと感じた。

将来理科教師を目指す者が知識不足と感ずることは、他の人は放射能についてもっと知識が不足していると考え。放射能について学ぶ機会を講義などで取り入れるべきである。

放射能を見る実験に関して、アンケート結果から興味がある人が多いように感じられた。簡単にできる実験なので放射能を見る実験とともに、実際に装置を作る機会を設けると良いと考える。

## 8 まとめ

全体を通して、非常に有意義な講義であったことが分かった。学生にとって関心が高いが、わかりにくい分野であることから、私たちが率先して講義を行っていくことで、放射線・放射能に理解のある学生を増やすことができると考える。

教員を目指す学生が『子どもに放射線・放射能を説明できる』ことを目的の一つに掲げていたが、達成することができなかった。子どもに説明できるようにするためには、学生自身が放射能・放射線についてより深く理解する必要がある。学生によりよく理解してもらうため、配布資料やワークシートを充実させることを検討している。

## 9 今後の展望

理科サブコースの学生だけでなく、教員を目指す学生に広く“放射線教育”を行える力をつけた。できれば、写真②のような放射線観察装置は簡単に作れるので、将来教員になっていく学生には全員自作させたい。

また、将来的には、小中学校の児童・生徒や、教員を対象にデモ講義を行ったり、出前授業等が簡便にできるように、内容の精選を図りたい。

さらに、霧箱の観察実験以外にも、放射線や放射能を身近に感じることでできる実験・観察を開発し、実践していきたい。

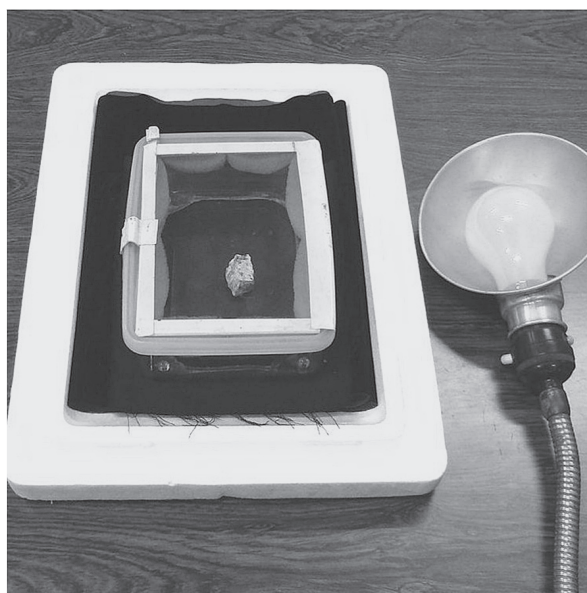


写真2 放射線観察用の霧箱一式

## 参考文献

- 1) 大島紘二、杉山徹宗 (2011) 『本当のことがわかる！放射能のすべて』 日本文芸社
- 2) 安斎育郎 (2011) 『安斎育郎のやさしい放射能教室』 合同出版
- 3) ・放射線科学センター (2011) 『暮らしの中の放射線』 <http://rcwww.kek.jp/kurasi/>
- 4) ・放射線科学センター (2011) 『KEK 放射線安全の手引き』 <http://rcwww.kek.jp/user/tebiki.htm>
- 5) ・放射線医学総合研究所 (2011) 『放射線被ばくに関する基礎知識 サマリー版 第1号』 <http://www.nirs.go.jp/information/info.php?i13>
- 6) ・東北電力 (2011) 『原子力ハンドブック』 [http://www.tohoku-epco.co.jp/electr/genshi/shiryo/d\\_02.html](http://www.tohoku-epco.co.jp/electr/genshi/shiryo/d_02.html)
- 7) ・中部電力 (2011) 『放射能と放射線』 [http://www.chuden.co.jp/energy/nuclear/nuc\\_hosha/nuch\\_chigai/index.html](http://www.chuden.co.jp/energy/nuclear/nuc_hosha/nuch_chigai/index.html)
- 8) ・豊中高校SSHブログ (2011) 『SSH物理「放射線特別授業」』 <https://www.osaka-c.ed.jp/blog/toyonaka/toyo1/2011/05/10-002514.php>
- 9) ・放射線教育推進委員会 (2011) 『小学校ではどう授業しますか』 <http://www.radi-edu.jp/questions/detail/11>