

# 放射線の種類と性質を実験で理解させる試み

工学部 今泉 洋

## An Attempt to Understand Kinds of and Properties of Radiations by Using a Training Kit

Hiroshi IMAIZUMI (Faculty of Engineering)

Niigata prefecture has seven nuclear power plants in Kashiwazaki and Kariwa area. Unfortunately, the people in the prefecture seem to have not so much knowledge for the plants. Then in order to understand kinds of and properties of radiations, the radiation-education was carried out by using a training kit which supplies some kinds of radiations. The training was mainly applied to the first-year students in Niigata University. At first, they only knew the term of "radiation", and did not quantitatively understand that. So I tried to quantitatively teach the radiation with an oral lecture, but they could not understand exactly. Considering the above-mentioned, I also tried to apply the experimental lecture using the training kit to the students. Consequently, they could quantitatively understand the radiations. Such a lecture using a certain training kit may be much useful in the near future.

**Keywords :** radiation-education, nuclear power plant, training kit of radiation, experimental lecture

### はじめに

新潟県には世界最大規模の原子力発電所が存在する。一方、県民の放射線・放射能に対する関心はある程度高いようだが、それらに対する科学的定量的意識はそれほど高くなようである。最近こそ多少良くなったが、日本のマスメディアにおいても間違った認識のもとに報道がなされ、パニック状態になった経験もある。さらに、放射線と放射能の区別もハッキリしない学生がかなりの数にのぼることも、講義を通してわかってきた。日本における放射線・放射能に関する教育は、高校時に若干行われる程度であり、また、それさえもあまり受けていない学生が多いようである。エネルギー問題と共に、今後、放射線・放射能の知識が必ず必要になってくることが予想されるため、このような若い世代が、放射線・放射能を自分なりに定量的に判断できるための知識を身に付けることは、日本のエネルギーを考える上でも大変重要である。

そこで、数年前から、大学で行う教養教育において、入学したばかりの学生（1年生）を対象に、化学Ⅰという講義の中に、放射線・放射能に関する講義を盛り込んでいる。この講義は、工学部の化学システム工学科応用化学コースの教員数名が担当しており、各教員が2～4時限を教えている。この科目を受講する学生はほとんどが1年生であるとともに、理学科系が多く、医学部、歯学部、教育人間科学部、理学部、工学部、農学部の

各学部にも及んでいる。受講生の定員は一応、100名としているが、毎年聴講希望生が多いため、講義室を変更することでできる限り受講させている。年によっても受講生数は若干変動するが、150名を超える年が多い。この化学Ⅰは、これらの学生を対象として、最先端化学技術およびその周辺や基礎を提供している講義である。

### 放射線教育

始めに、放射線・放射能の違いを定性的にわかってもらうため、簡単な問題や原子・原子核などを図示したOHPを使って説明している。また、核分裂と核融合という全く相反する事柄であるのに、両方からエネルギーが取り出せる理由についてもOHPなどを使って、説明を行っている。両者からエネルギーが取り出せる理由が定性的にわかった段階で、今度は質量欠損を用いて図と計算によって、定量的に理解させている。原子核に手を付けることで得られるエネルギーは、単に燃焼などの化学反応で得られるエネルギーの数百万倍にもなることを、計算で理解させると新しい驚きが得られるようである。例えば、「1グラムの物質を全てエネルギーに変換したらどれだけになるかを、石炭を燃やして得られるエネルギーと比較しながら計算すると、石炭3,000トンにもなる」ことを実感してもらう。物質全てをエネルギー化できないにしても、原子核に手を付ける意味を理解してもらう

ことにしている。

この講義自体が、教養教育ということなので、専門性をできるだけ抑え、しかし、定量性はある程度維持していくことが最も難しい点である。

### 原子炉の仕組み

核分裂によってエネルギーが取り出せることが定量的に理解できた段階で、今度は、原子炉の仕組みについて、ごく一般的な説明を行う。一般に、「原子炉というのは、全部一緒に、爆発の危険を常にはらんでおり、とても危険なものである」というように考えられている感がある。しかし、原子炉にもいろいろなタイプがあり、それぞれ危険性もかなり異なっていることを、OHPを交えて説明している。

例として、日本や欧米諸国で用いられている軽水炉と旧ソ連などで用いられている（または、用いられていた）黒鉛炉の構造的な違いを説明し、安全性の評価について若干触れ、学生が自身で評価・認識を行うきっかけを与えるようにしている。教養教育としては、この程度であると考えているが、私が専門で行っている「放射化学」では、他の炉（例えば、増殖炉など）についても、核反応式などを用いて説明を行っている。

### 放射線の線量測定実験

以上述べてきた放射線・放射能について、リスク（危険度）との関係も含め、その測定法や影響をOHPで説明した後、身の回りにどの程度の放射線・放射能が存在しているのかを、実際にいろいろな測定器具を使って、体験してもらう講義を計画した。この体験（測定実験）を行うにあたり、以下の一般的な4テーマを取り上げた。学生はそれぞれ全てのテーマを必ず「体験」することにした。

#### ・テーマ1

##### 「天然放射線の計測」

放射線源：カリ肥料中のカリウム-40

ガスマントル中のトリウム

タングステン溶接棒中のトリウム

水酸化カリウム中のカリウム-40

使用装置：シンチレーション式サーベイメータ5台

実験概要：天然に0.0117%存在する放射性同位体のカリウム-40から放出されている $\gamma$ 線を計測する。方法としては、カリ肥料に、シンチレーション式サーベイメータの検出器部分を近づけることで、試料から出る放射線を測定する。

キャンプなどで使うガスマントルには、トリウム鉱物を原料に作られているものがある。また、アーク溶接の一種であるTIG溶接に使う溶接棒にもトリウムが混入されている場合がある。以上について、

て、カリウム-40の場合と同様の方法で放射線の測定を行う。

#### ・テーマ2

##### 「人工放射線の計測」

放射線源：蛍光灯点灯管中のプロメチウム-147

密封線源（ストロンチウム-90）

使用機器：GM管式サーベイメータ2台

実験概要：点灯管から取り出された電極をGMサーベイメータの窓にできるだけ近づけ、そのとき得られる放射線をカウントする。蛍光灯用の点灯管には、放電応答速度を大きくするため、その電極に $\beta$ 線放出核種であるプロメチウム-147をメッキしたものが多い。この電極から放出される $\beta$ 線のエネルギーが弱いので、この電極にサーベイメータをできるだけ近づけることで、放射線を検出できる。

#### ・テーマ3

##### 「放射線の遮蔽」

放射線源： $\alpha$ 線源（アメリシウム-241）

$\beta$ 線源（ストロンチウム-90）

$\gamma$ 線源（セシウム-137）

使用装置：RI練習キット3台

実験概要： $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ の各線源をそれぞれセットしたキットを用意する。これらの線源の遮蔽用に、紙（画用紙）、アルミニウム板（5mm厚）、鉛板（5mm厚）の3種類を用意する。

$\alpha$ 線は紙で、 $\beta$ 線はアルミニウム板で、それぞれ遮蔽されることを確かめる。また、 $\gamma$ 線は5mm厚の鉛板でも遮蔽できないことを確認する。

#### ・テーマ4

##### 「宇宙線による放射線量」

放射線源：大気中の宇宙線

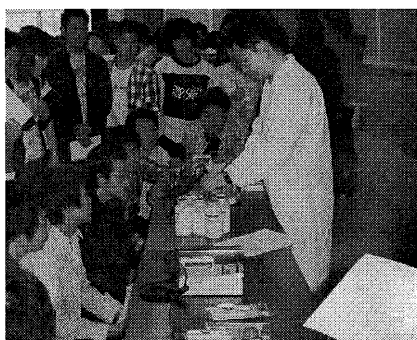
使用装置：ポケットサーベイメータ3台

実験概要：新潟大学周辺での自然放射線は、0.08～0.1マイクロシーベルト毎時（ $\mu\text{Sv/h}$ ）程度が通常である。高感度タイプの電子式ポケットサーベイメータ（感度0.01 $\mu\text{Sv}$ ）のスイッチをONにして机上に置いておくと、この自然放射線をカウントする。

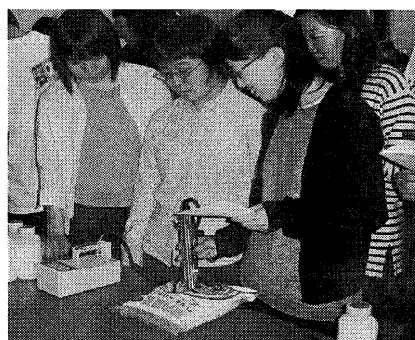
上述した各テーマについて、教員、技官、大学院生がそれぞれの担当の実験を説明した後、学生自身が実験を行う方式でこの“試み”を開始した。以下にそのときの各テーマにおける実験状況を示す。



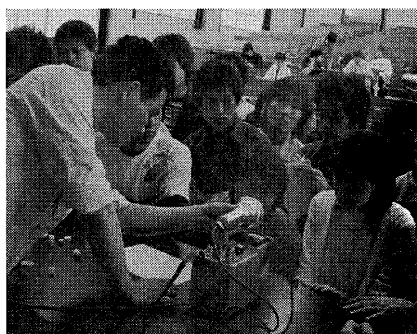
全体の実験風景



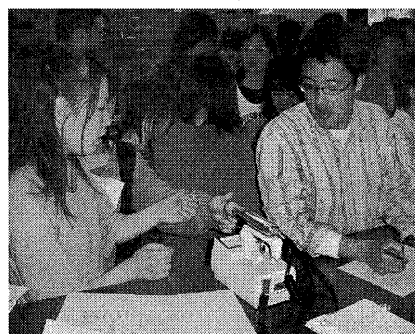
テーマ1 (実験説明)



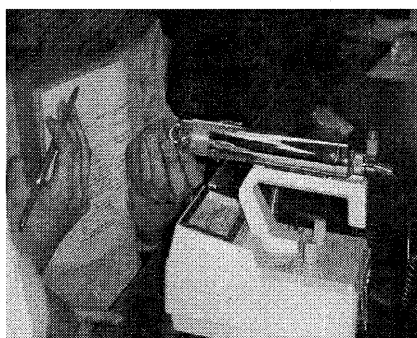
テーマ1 (リン肥料の測定)



テーマ2 (実験説明)



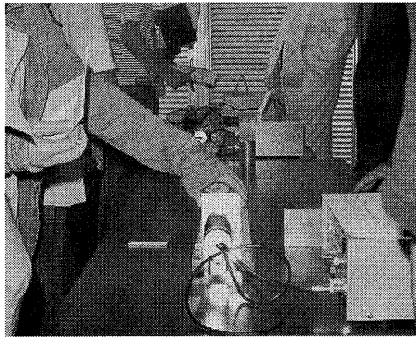
テーマ2 (電極の測定)



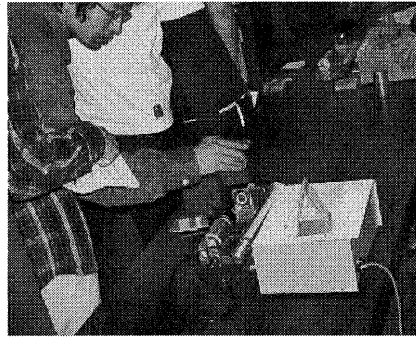
テーマ2 (電極の測定)



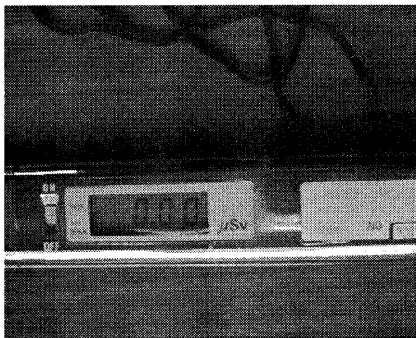
テーマ3 (実験説明)



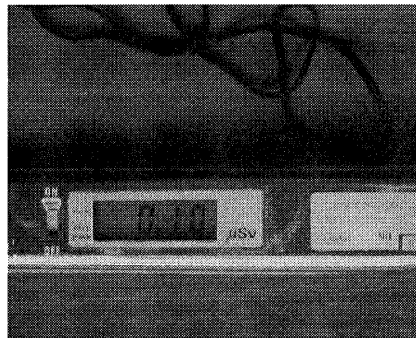
テーマ3 (β線の遮蔽)



テーマ3 (γ線の遮蔽)



テーマ4 (測定開始)



テーマ4 (1時間経過)

なお、テーマ2で用いた密封線源（ストロンチウム-90）とテーマ3で用いた各密封線源は、練習キットに付属しているもので、放射能自体ごく微量であり、法令で放射能と認められる数値を十分下回るものである。

また、テーマ4については、講義室の机の上にポケットサーベイメータを置いておき、1時間の間にそれが宇宙線を受け、カウントした線量を確認するやり方で行った。即ち、測定開始時と1時間経過時の線量を読み取ることにした。

### 放射線測定実験の評価

各テーマについて実験を行い、学生の動向を観察した。その結果、学生達はこの"試み"に対し、かなりの興味を示し、各テーマに積極的に参加していた。そのことは、各テーマの写真からも容易に判断できる。さらに、女子学生が積極的にサーベイメータに触れ、試料を測定していたことが印象的であった。

この"試み"について、受講学生にそれぞれのテーマ別に簡単なレポートを書かせた。その結果、「ふだん何気なく触れているものや使っているものに、考えてもいなかったような放射能があり、そこから放射線が出ていることを実感として理解できた。」という内容のものがとても多かった。

テーマ別の感想の概要は以下の通りである。

#### ・テーマ1について：

身の回りにあるいろいろな物質からたくさんの放射線が出ていることに驚いた。

#### ・テーマ2について：

蛍光灯の蛍光管に放射能が使われているものがあることを始めて知り、放射能も役立っている場合があることを実感した。

#### ・テーマ3について：

放射線の遮蔽には、その種類によって用いるものが違い、それをうまく使う必要がある。

#### ・テーマ4について：

宇宙線からの線量は計測できるくらいあることがわかり驚いたが、あまり実感はない。

### まとめ

今回の試みを通して、以下のことなどがわかった：  
(1) 実験講義の形式は、学生に対する放射線教育にかなり役立つ；(2) 学生はこのような定量的な情報収集の方法を望んでいる；(3) 男女の別なく放射線・放射能に対する関心度は非常に高い。

今回は、放射線・放射能に対する理解を、できるだけ定量的に深めてもらうための実験講義を行ったが、これは一例に過ぎない。今後、自然科学現象をわかり易く、しかもできるだけ定量的に理解してもらうような講義形態を模索していく必要であるように思われる。

以前、東京から赴任され、既に退官なさった教授が仰っていたことを基に、私が日頃学生に必ず言う言葉がある：「定量化という観点から見ると、どんなに定性的な表現を並べても、たった一つの定量的表現にはかなわない。例えば、『私は昨日、ご飯をものすごくいっぱい、

満腹になるくらい、ほとんど死にそうくらい、食べた』は、『私は昨日、ご飯をどんぶり3杯食べた』に負けてしまう。言い換えると、ある事象を伝えるときには、できるだけ客観的にその事象を伝える努力をしなければならない。」

なお、この"試み"を行うにあたり、ご協力頂いた工学部化学システム工学科助教授狩野直樹先生、同学科技官上松和義氏、旗町 剛氏および大学院自然科学研究科学生 of 諸氏に感謝する。