



## ユニット2 第2編 放射線の利用

(授業時間:1 時間)

### 目標

---

#### A. 学習のねらい:

1. 放射線の生物学的作用に対する生徒たちの興味をかきたてること
2. 放射線の有効性と有害性に対する生徒たちの教養を深める支援をすること
3. 放射性物質の規制における米国原子力規制委員会(NRC:The U.S. Nuclear Regulatory Commission)の役割について若い世代に知らせること

#### B. 学習の到達目標:

1. 科学、産業及び医学の分野における放射線利用の議論
2. 一般人が被ばくする異なった種類の人工放射線源の識別

※ このレッスンプランは、米国原子力規制委員会の Teachers' Lesson Plans に基づき原文に沿って翻訳したものです。

※ このレッスンプランで紹介している内容は放射線の旧単位で説明しています。放射線の新旧単位表を参照してください。

### 調査ならびに背景

---

#### 1. 生徒の知識レベル(用語等の紹介について):

おそらく医学における同位元素等の使用がかなり広く普及しているためか、生徒たちは放射性物質の利用に関して様々な見解を持つでしょう。

#### 2. 参考となる資料:

- a. 自然放射線源と人工放射線源「原子炉の概念」ワークショップマニュアル、米国原子力規制委員会
- b. 放射性物質の医学的利用の背景説明
- c. The Harnessed Atom(<http://www.osti.gov/special.html>)。89-97 ページから放射線の利用に関する一般情報が得られます。
- d. Energy from the Atom(アメリカ原子力学会から入手可能: <http://www.ans.org/store/vi-750044>)。2-31 ページから 2-33 ページが核医学に対する洞察を提供しています。

#### 3. 実験について:

この章では、実験や実演は予定されていません。



## ユニット2 第2編 放射線の利用

### 4. 一般的事項:

地球、そして地球上のあらゆるものは常に宇宙からの放射線攻めに遭っていますが、人工放射線による被ばくでは、2つのグループがあります。ひとつは公衆で、もうひとつは放射線業務従事者です。公衆が被ばくする最も重要な人工放射線源は、医療によるものです。一方、放射線業務従事者は、従事する業務や取り扱う線源に応じて被ばくします。

### 学級討論のための質問

---

1. 病気の発見に、放射性同位元素をどのように用いることができるでしょう？
2. 建築物の構造欠陥を見つけるのに、放射線をどのように用いることができるでしょう？
3. 自分の骨や歯のエックス線撮影をしたことがありますか？ 医師や歯科医があなたの治療を行なうにあたって、エックス線撮影はどう役立ちましたか？
4. 人が医療用X線撮影時に被ばくする余分な放射線(年間約 40 ミリレム)は、撮影によって得られる恩恵を考えた時、その価値はあると思いますか？
5. 昆虫等の害虫の繁殖を抑えるために、殺虫剤の代わりに放射線を使うことの利点はありますか？

### 参考図書

---

「原子力と放射線」、ワークショップマニュアル、米国原子力規制委員会、広報課  
The Harnessed Atom の教師版、米国エネルギー省

### 授業プラン

---

挨拶……

科学者たちが初めて放射線について知ったのは、1890 年代になってからでしたが、彼等は、この自然の力のいろいろな用途を開発してきました。今日、人類への恩恵のために、放射線は発電のみならず、科学、医学、産業にも使用されています。放射線は、農業、医学、宇宙探査、建築/工学、産業/製造、政府、地質学(鉱業を含む)、生態学、そして教育といった分野で有効に应用されています。

放射線は、医師が病気を診断する際に使用したり、考古学者が古代器物の時代を割り出すのに役立ったりしています。核分裂(原子の分裂)によって作りだされる電力は、放射線の最も偉大な利用のひとつです。私たちに灯りを与え、身だしなみや料理に役立っています。また家庭や事業を営むためには、信頼できる電力源が必要です。では、放射線が実際どのように利用されてきたのか、具体例をいくつか挙げてみましょう。

- ・ 病気の診断と治療
- ・ 化学薬品や冷蔵設備を用いない殺菌と食物の保存



## ユニット2 第2編 放射線の利用

- ・ 肥料や土壌改良剤用の汚泥(スラッジ)処理
- ・ 地下の天然資源の位置確認及び噴油井と無産出油井の識別
- ・ 煙探知器、こびりつかないフライパン、アイスクリームの製造
- ・ より強い作物の栽培
- ・ 人工衛星の動力供給と有人宇宙研究施設への将来における電力供給
- ・ 機器、技術、装置の設計; 大気汚染測定
- ・ 芸術作品の作成時代の証明とその真偽の判定支援

### 医学における放射線

---

エックス線は、私たちの皮膚を通り抜けることのできる放射線です。私たちの骨は、皮膚よりも密度が高いためエックス線撮影すると、骨とその他の密度の高い組織は、写真フィルムに写る影を落とします。その作用は、鉛筆を一枚の紙の後ろに配し、電灯の前で掲げるのに似ています。ほとんどの光線には、紙を通り抜けるだけのエネルギーがありますが、一方、鉛筆は光をまったく通さないため、鉛筆の影が現れるのです。違いは、エックス線写真を見るにはフィルムが必要だという点です。

今日、医師と歯科医は、私たちの体内の構造を見るためにエックス線を用います。それによって、骨折や歯の病気を見つけることができるのです。エックス線体軸断層撮影機(CAT スキャナー)と呼ばれる機械の開発に伴い、今日のエックス線撮影機はコンピューターに接続されています。こうした機器により、医師は、内臓の形を映すカラーテレビ画像を見ることが可能です。

米国では、毎年約1千万件の核医学治療が行われています。診断用のエックス線及び放射線治療は、アメリカ人で10人中約7人に施されました。放射線を使った医療処置により、甲状腺機能亢進症から骨のがんにいたる病気の発見と治療を通して、何千もの命が救われてきました。

このような医療処置では、医師は、膵臓、腎臓、甲状腺、肝臓、脳といった特定の臓器に引き寄せられる放射性物質を患者にわずかに投与し、臨床的診断を下します。さらに、放射線は、しばしば特定のがん治療に使用されます。放射性ヨウ素(正確にはヨウ素 131)は、毎年約1万1千人のアメリカ人を襲う甲状腺がんの治療に頻繁に使われています。

### 科学における放射線

---

科学においては、放射線は様々な用途に使われます。医師が体内物質に標識付けするのと同様、科学者は、植物、動物、または私たちの世界を通過する物質に標識付けすることができます。これにより、私たちは、環境における異なる種類の大气汚染や水質汚染の経路などを研究することができます。

さらに、植物の違いにより、どのような土壌で育てる必要があるか、また新しく発見された油田の大きさや海流の軌道といった様々な事柄を学ぶのに役立っています。



## ユニット2 第2編 放射線の利用

科学者は、放射性物質を使った放射性炭素年代測定法(カーボンデーティング)と呼ばれる方法で古代遺物の年代を鑑定します。例えば、私たちの大気上層部では、宇宙線が窒素原子に当たり、炭素 14 と呼ばれる天然の放射性同位元素ができます。炭素はあらゆる生物の中に存在し、そのうちの極めてわずかなパーセントで存在するのが炭素 14 です。植物や動物は、死ぬともう新しい炭素を取り込まなくなり、その生物内の炭素 14 は、放射性壊変を開始します。

しかし、炭素 14 の新しい同位元素は、大気中に作り続けられ、数年後には古い物体の中の放射能の割合は、それより新しい物体の放射能の割合より少なくなります。この差を計測することにより、科学者は特定の物体の古さを決定することができます。この測定方法は、放射性炭素年代測定法(カーボンデーティング)と呼ばれています。

### 犯罪解明に使われる放射線

放射線がどのように犯罪解明に使われるのでしょうか？ よく刑事が、犯罪現場でペンキ、ガラス、髪の毛、火薬、あるいは血痕を探しているのはすでにご存知かと思います。しかし、そのような証拠物件が収集された後、しばしばそれに放射線を照射して証拠物件の正確な組織分析を行っていることはあまり知られていないようです。

物質が中性子に照射されると、いくつかの中性子は、照射された物質の原子核の中に吸収されることがあります。これにより、これらの物質は不安定になり時間の経過につれて壊変するので、微量の放射能を帯びることになります。科学者は、この時点でこの物質の正確な化学的特徴を読み取ることができるのです。放射化分析と呼ばれるこの検査は、犯罪現場で発見された一本の髪の毛が、特定の人物の物であるかどうかを判定するのに十分な精度があります。

また、放射化分析は、少量のサンプルしかない場合に、物質の化学的構成を知るためにも、また古い芸術品に新しい物質が使われていないことを証明するためにも使われます。

### 産業における放射線

私たちは、産業における放射線の多様な用途について一日中話し合っても、すべてを挙げることはできないでしょう。話を手短かにするために、2、3の用途にのみ焦点を当てましょう。ある種類の放射線(例えばエックス線)の照射は、殺菌する品物に害を与えたり、それに放射能を与えたりすることなく、細菌を殺すことができます。例えば、放射線処理することで、食品の腐敗はずっと遅くなります。包帯や皮下注射器、外科用器具といった医療器具は、有毒な化学薬品や高熱での殺菌が必要なくなります。現在、私たちは有害で取り扱いが難しい塩素を使っていますが、将来は放射線を使って飲み水の殺菌をします。さらに下水道の細菌をすべて殺菌するようになるかもしれません。家庭によっては、すでに紫外線を使って飲み水の殺菌をしています。

農業では、放射線を使って作物の生産性を改善しています。例えば、植物の種に放射線を照射して新種の改良植物が作られました。植物をより強くすることに加えて、害虫の繁殖抑制のために放射線を使うことで、殺虫剤の使用を減らすことができます。

技術者は、材料の厚さを測るために放射性物質を使います。放射線透過試験と呼ばれるエックス線を用いた手法により、検出



## ユニット2 第2編 放射線の利用

が難しい多種の金属や機械の内部欠陥を探知します。放射線透過試験は、密封されたエンジンの中でのオイルの流れや、様々な材料が磨耗する速度や磨耗の仕方などを調査するためにも使用されています。私たちの都市、農場、街、工場等のための発電用燃料として使用されている、放射性元素ウランの活用については、すでに話しました。

宇宙でも、放射性物質は宇宙船の動力供給に使用されています。私たちの太陽系の最も外側の領域へ使命を帯びて送られている人工衛星への電力供給にも使われてきました。

放射線は、石炭火力発電所や工場からの排気ガスなどの有害汚染物質の浄化にも使用されてきました。例えば、二酸化硫黄と窒素酸化物は、電子ビーム照射で除去することができます。

おわकारの通り、放射線と放射性物質は、私たちの生活においてとても重要な役割を果たしてきましたし、これからも果たしていくことでしょう。典型的な家族の一日を追って、放射線の利用のいくつかを学ぶことにより、この議論をまとめてみましょう。

お父さんが朝起きて、洗濯済みのシャツを着ます。彼のポリエステルと綿の混紡シャツは、汚れを除去する薬剤にさらされる前に、放射線照射(放射線処理)を受けて化学処理された布から作られています。放射線によって化学薬品が布に結合し、彼のシャツは一日中新鮮で形態を保つことができます。シャツに放射能はありません。

台所では、ジェニーが卵を焼いています。彼女が使っている、こびりつかないフライパンは、ガンマ線処理されています。卵の殻の厚さは、卵のケースに入れられる前に、放射性物質を含む計器で測られました。殻が薄く割れやすい卵は、除外されました。

お母さんが今晚の夕食用に冷蔵庫から取り出している七面鳥は、放射線照射されたポリエチレン収縮包材で包まれています。ポリエチレンが放射線照射を受けると、通常の溶解点より高い温度で熱せられ、七面鳥を密封状態で包み込みます。

お父さんが職場へと車を走らせる道すがら、放射性トリチウムと発光塗料で処理された反射標識を通り過ぎます。昼食時には、弟のボブがアイスクリームを食べます。アイスクリームに攪拌された空気量は、放射性同位元素の計器によって測られました。あなたやあなたの家族は、今晚帰宅すると、ソーダを飲んだり、座ってくつろいだりするでしょう。核科学がここでも機能します。ソーダは、ビンに注意深く注がれました。放射線検出器が注ぎ過ぎを防ぎました。また、微量のアメリシウム 241 を使ったイオン化式煙探知器があるおかげで、家にいるあなたの家族は安全です。



### 質問に対する回答

1. **Q. 病気の発見に、放射性同位元素をどのように用いることができるでしょう？**
  - A. ホルモン、食品、もしくは薬品のような物質の中の少数の通常の原子を放射性同位元素と置き換えることによって、それらの元素が私たちの身体の中を通る経路を追跡することができます。体内や身体の一部を通過する同位元素を追跡する機器を用いて、病気を発見します。
2. **Q. 建築物の構造欠陥を見つけるのに、放射線をどのように用いることができるでしょう？**
  - A. エックス線を用いれば多くの金属や機械の内部を見ることができるので、外側には見えない欠陥を見つけることができます。この種の検査を放射線透過写真法と呼びます。
3. **Q. 自分の骨や歯のエックス線撮影をしたことがありますか？ 医師や歯科医があなたの治療を行なうにあたって、エックス線撮影はどう役立ちましたか？**
  - A. 医師や歯科医は、問題を明確に把握することができるので、どのような治療をすればよいかわかります。
4. **Q. 人が医療用エックス線撮影時に被ばくする余分な放射線(年間約 40 ミリレム)は、撮影によって得られる恩恵を考えた時、その価値はあると思いますか？**
  - A. 多様な回答が出るでしょう。
5. **Q. 昆虫等の害虫の繁殖を抑えるために、殺虫剤の代わりに放射線を使うことの利点がありますか？**
  - A. 養殖された昆虫のオスを、放射線を使って生殖不能処理し、環境に放すことで、害虫の繁殖を抑えることができます。次の世代は生殖されないため、昆虫の数は減少します。もうひとつの利点は、環境に撒かれる化学薬品の量が減少することです。