（４）放射線とは

理　科	・電流とその利用（電流） ・科学技術と人間（エネルギーと物質、自然環境の保全と科学技術の利用） ・大地の成り立ちと変化（地層の重なりと過去の様子）
その他の教科	技術分野…材料と加工の技術 技術分野…生物育成の技術 技術分野…エネルギー変換の技術

理　科　③ エネルギーと科学

（４）放射線とは

◎理　科：
・電流とその利用（電流）
・科学技術と人間（エネルギーと物質、自然環境の保全と科学技術の利用）
・大地の成り立ちと変化（地層の重なりと過去の様子）

◎その他の教科：
・公　　民…私たちと国際社会の諸課題（地球環境、資源・エネルギー、持続可能な社会）
・技術分野…材料と加工の技術
・技術分野…生物育成の技術
・技術分野…エネルギー変換の技術

◆放射線とは

放射線は、高いエネルギーをもち、光の速さに近い高速の粒子（粒子線）と波長の短い電磁波に大別される。

放射線を出す物質を「放射性物質」といい、放射性物質が放射線を出す能力のことを「放射能」とよんでいる。原子力発電に利用されるウランは、核分裂するときに「放射線」を出すとともに、いろいろな放射性物質に変わる（壊変する）。

●放射性物質から放出される放射線

◆粒子線（α線、β線、中性子線、陽子線）
陽子　中性子　電子
α線原子核から飛び出るヘリウムの原子核）
β線原子核から飛び出る電子）
中性子線原子炉、加速器などから作られる高速で飛ぶ中性子の流れ）
陽子線加速器などから作られる陽子の流れ）

◆電磁波（X線、γ線）
電子（β線）
X線（原子核の外で発生、電子の軌道間移動からも生成される）
γ線（原子核から出る）

（出所）環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料平成25年度版」

●放射線・放射能を表す単位

放射性物質＝放射線を出す能力（放射能）を持つ

ベクレル(Bq)
放射性物質が放射線を出す能力を表す単位
１ベクレル＝１秒間に１つの原子核が壊変することを表す。

放射線

グレイ(Gy)
放射線のエネルギーが物質や人体の組織に吸収された量を表す単位

シーベルト(Sv)
人体が受けた放射線による影響の度合いを表す単位
放射線を安全に管理するための指標として用いられる。

◆日常生活と放射線

私たちの身の回りにある放射線は、大地や食べ物などから出ている自然放射線と、病院のX線検査などで使われている人工放射線がある。

世界各地における年間自然放射線量は、一部の地域を除いてほぼ同じレベルである。自然放射線量がとりわけ高い地域は、他の地域とくらべて土壌や岩石に含まれる放射性物質が多いことが原因と考えられている。

●世界各国の大地からの年間平均自然放射線量

スペイン 50.4(0.3)
アイルランド 32(0.2)
デンマーク 35(0.2)
ドイツ 57(0.3)
ルーマニア 59(0.4)
中国 69.9(0.4)
陽江(中国) 69.9(0.4)
カナダ 24(0.1)
日本 50.9(0.3)
インド 41.5(0.3)
フィリピン 24(0.1)
イタリア 74(0.5)
オルビエート(イタリア) 560(3.4)
ラムサール(イラン) 765(4.7)
ケララ・マドラス(インド) 1500(9.2)
※ナノグレイ／時（ミリシーベルト／時）
※赤は特に線量の高い地域
※実効線量への換算には0.7ミリシーベルト／グレイを使用

（出所）国連科学委員会（UNSCEAR）2008年報告書、（公財）原子力安全研究協会（平成23年）を基に作成

◆人工放射線の利用

放射線には物を通り抜ける（透過）能力や、電子をはじく作用、物の性質を変える作用などがある。これらの特性を生かし、各分野で放射線が利用されている。

医　学

◎がんの放射線治療
放射線治療はがん細胞の成長を遅らせるために、あるいは縮小させるために放射線を使用する治療法である。用いられる放射線の種類には、X線、γ（ガンマ）線、電子線などがある。放射線は細胞のDNAに作用し、細胞が分裂して数を増やす能力をなくしたり細胞が自ら死んでいく現象を増強したりして、がん細胞を消滅させたり少なくしたりする。
体の外から放射線を当てる「外部照射」と、体の内側からがん細胞やその周辺に放射線を当てる「内部照射」がある。

重粒子線がん治療照射室
写真提供：国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

農　業

◎ウリミバエの根絶
ウリミバエは繁殖力の強い有害ミバエのひとつで、沖縄県で農作物に被害をもたらしていた。このハエを根絶するために「不妊虫放飼法」が用いられた。この手法は、増殖させたウリミバエのサナギにγ線を照射して生殖細胞を破壊し、その不妊虫を野に放って野生虫と交尾しても卵がふ化しないようにする方法である。
不妊虫をどんどん野に放せば野生虫同士の交尾が減って世代とともに虫が減り、やがて撲滅できる。沖縄県では1972年から根絶実験を開始し、1993年までにウリミバエを根絶させた。

ウリミバエ

工　業

◎素材の品質向上
プラスチックやゴムに放射線を当てると、耐熱性、耐水性、耐衝撃性、硬さなどが向上し、品質や機能を高めることができる。
自動車のラジアルタイヤにもこの技術が使われており、強度を上げ、品質の安定化に役立っている。

ラジアルタイヤ

食品加工

◎放射線照射食品
放射線照射食品とは食中毒の予防などのため、放射線を照射し殺菌・殺虫した食品である。放射性照射食品は長期保存できることから、肉料理などが宇宙ステーションでも食べられている。

放射線照射食品の例（ビーフステーキ）
写真提供：JAXA/NASA
※日本国内では発芽防止を目的とする馬鈴薯への放射線照射以外、食品への放射線照射はおこなわれていない。

自然・人文科学

◎年代測定
考古学や地質学、古代生物学などの分野では、年代の測定がとても重要である。考古学では「放射性炭素年代測定法」という方法を用い、遺跡の出土品に付着していたすすなどに含まれる炭素14という放射性物質の量を調べることで、年代を推定することができる。

AMS（加速器質量分析法）による炭素14年代測定法によって年代が測定された土器（財）大阪府文化財センター所蔵

日常生活

◎X線検査
X線検査は、私たちが病院で受ける医療用のほか、空港などでの荷物検査にも使われている。X線を当てれば、かばんを開けることなく透過像を見て内容物を判断したり、内部の物質を判定したりすることができる。

空港などで利用されている手荷物用X線検査装置

関連するページ
○原子力発電所の事故……P.29
○放射性物質の起源……P.32
○放射性廃棄物の処分……P.45
○高レベル放射性廃棄物のゆくえ……P.59

調べてみよう
放射線から身を守るのに適した遮蔽物を調べてみよう。

42　43

学習のねらい

➡放射線について基本的な性質を理解する。
➡日常生活の中には放射線が存在することを理解する。
➡放射線は、医学、農業、工業、自然・人文科学など幅広い分野で有益に利用されていることを理解する。
➡放射線利用の長所と短所を考えさせることで、放射線を正しく怖がる態度を身につける。

学習のポイント

➡放射線にはさまざまな種類がある。
➡放射線を出す物質を「放射性物質」、物質が放射線を出す能力のことを「放射能」という。
➡放射線を表す単位には、「ベクレル」、「グレイ」、「シーベルト」がある。
➡放射線には「自然放射線」と「人工放射線」がある。
➡放射線の利用分野は、私たちのくらしと身近なところに数多くある。

◆放射線が人体に与える影響

一度に多量の放射線を受けると人体を形作っている細胞が壊されて、さまざまな影響が出る。しかし、放射線が人の健康に及ぼす悪影響についてはまだ科学的に十分な解明がなされていない。100mSv以下の低い放射線量を受けることで将来がんなどの病気になるかどうかについては、多様な見解がある。また、これまでのところ、被ばくをした人の子孫に放射線の影響があるという充分な研究結果は得られていない。しかし、低線量被ばくについては、安全性を確保するために、多くの知恵を集めて、早急に検討し、適切に対処することが必要となっている。

国際放射線防護委員会（ICRP＝専門家の立場から放射線防護に関する勧告をおこなう国際NGO）は、科学的には影響の程度が解明されていない少量の放射線を受けた場合でも、線量とがんの死亡率増加との間に比例関係があると仮定して、合理的に達成できる範囲で線量を低く保つように勧告している。

自然放射線であっても人工放射線であっても、受ける放射線量が同じであれば人体への影響の度合いは同じである。

※放射線に関する最新の科学的知見については、環境省より「健康影響等に関する統一的な基礎資料」としてまとめられている（http://www.env.go.jp/chemi/rhm/basic_data.html）。

◆放射線を正しく怖がる

明治時代の物理学者、寺田寅彦が随筆の中で「物を怖がらなさ過ぎたり、怖がり過ぎたりするのはやさしいが、正当に怖がることはなかなか難しい」と書いているが、放射線についてもその通りで、それを理科で学ぶゆえんである。

また放射線に関する風評で福島県の産業などが大きな被害を受けている現実を直視し、どうしたら風評被害を防ぐことができるかを社会科等他教科との連携の中で、生徒と一緒に考えてみることも大切である。

◆放射線・放射能の単位

放射性物質が放射線を出す能力（放射能の強さ）を表すには「ベクレル（Bq）」が用いられる。土や食品、水道水などに含まれる放射性物質の量を表す時に使われ、ベクレルで表した数値が大きいほど、そこから多くの放射線が出ていることを意味している。一方、人体が受けた放射線による影響の度合いを評価するには「シーベルト（Sv）」を用いる。シーベルトで表した数値が大きいほど、発がんや遺伝性影響のリスクが高くなる。また、放射線のエネルギーが物質や人体の組織に吸収された量は「グレイ（Gy）」で表す。

◆自然放射線と人工放射線

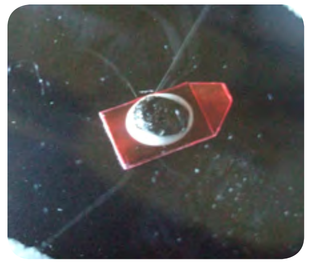
地球上の岩石や鉱物の中にはもともとウラン、トリウム、ラジウムなどの放射性物質が含まれていて、これらは絶え間なく放射線を出している。身近なところでは食物に含まれている微量の放射性物質や土壌、建材などからも出ている。また、宇宙からは宇宙線と呼ばれる放射線が地上に降り注いでいる。

これらの自然界に存在する放射線を自然放射線という。

こうした自然放射線のほか、私たちが人工的に作り出している放射線もある。その代表的なものが、レントゲン撮影に用いられるX線である。X線は容易に人工的に発生できるので、医療、工業分野に古くから利用されてきた。

◆放射線の飛跡を見よう（霧箱による実験）

霧箱とは放射線を検出するための装置である。イギリスの物理学者チャールズ・ウィルソンによって発明された。霧箱は、飽和状態のアルコール蒸気などをガラス箱にとじこめたものである。その箱の中を放射線（アルファ線、ベータ線など）が通ると、通り道でつくられる正、負のイオンが種になって、アルコールの霧の粒が通り道にそって筋状に見ることができる。これを「放射線の飛跡」と呼んでいる。



霧箱は理科教材販売店で取り扱っているほか、手近な材料を使って作ることができる。

※放射線教育支援サイト“らでぃ”（https://www.radi-edu.jp/）では、放射線教育の実施を検討する教育職員等への支援を行っている。実践紹介や資料集、指導案などのコンテンツがある。

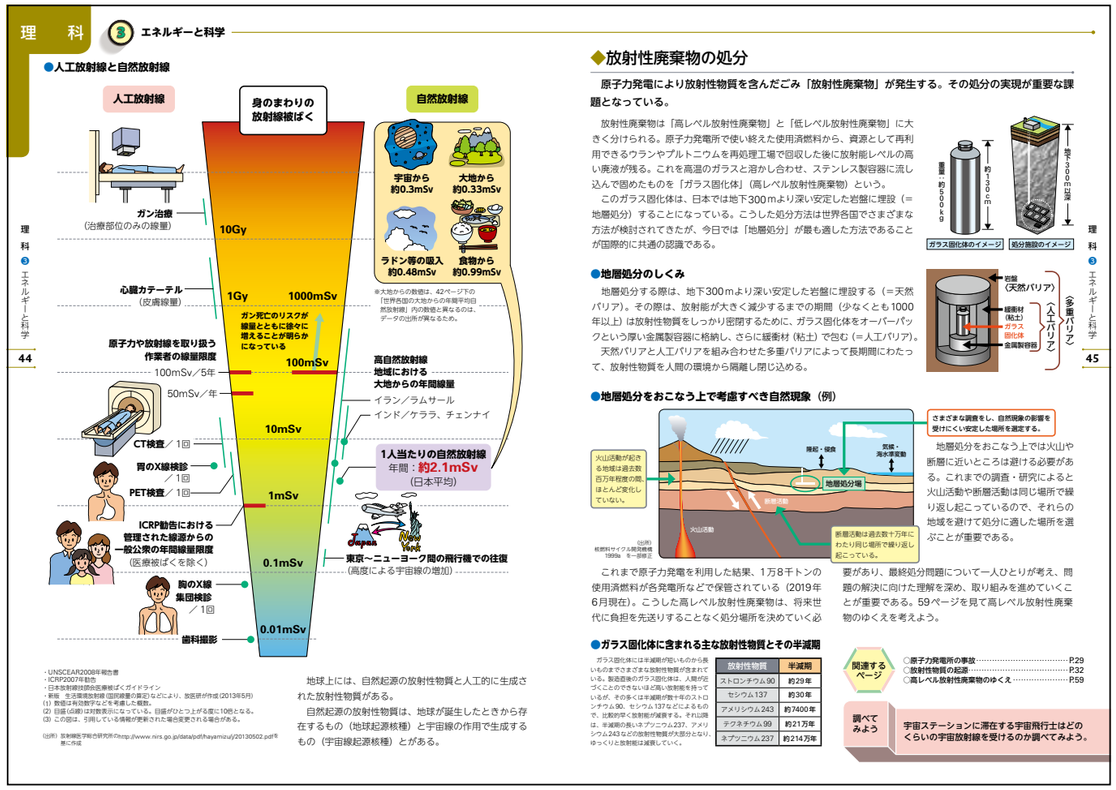
◆放射線に関する教材

「中学生のための放射線副読本」が、文部科学省より発行されている。放射線の基礎的な性質について理解を深めるための内容になっている。

教材の入手は、文部科学省　初等中等教育局教育課程課（http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/attach/1409776.htm）まで。

（４）放射線とは

理　科	・電流とその利用（電流） ・科学技術と人間（エネルギーと物質、自然環境の保全と科学技術の利用） ・大地の成り立ちと変化（地層の重なりと過去の様子、火山と地震）
その他の教科	社会科公民…私たちと国際社会の諸課題 （地球環境、資源・エネルギー、持続可能な社会）



学習のねらい

➡人が瞬間的に受ける放射線量が多くなると、人体に影響があることを理解する。
➡放射線利用の長所と短所を考えさせることで、放射線を正しく怖がる態度を身につける。
➡原子力発電により発生する放射性廃棄物の処分の必要性と課題について知る。

学習のポイント

➡放射線の利用分野は、私たちのくらしと身近なところに数多くある。
➡日常生活の範囲で受ける放射線は、身体に影響を及ぼすことは無い。
➡放射性廃棄物は適切な処分が必要である。

◆宇宙ステーションの放射線環境

宇宙放射線は地球の大気と磁場に遮られて地上にはほとんど届かない。しかし、国際宇宙ステーション（ISS）が周回している高度400km前後の上空では非常にエネルギーの高い宇宙放射線が降り注いでいる。

ISSは船壁に守られてはいるものの、打上げ可能な重量などの関係から、現在のところ放射線の遮へいのみを目的とするシールドのようなものは設けられていない。そのためISSに滞在する宇宙飛行士の被ばく量は1日当たり0.5～1ミリシーベルトと評価されている。このため、ISS滞在中の1日当たりの被ばく線量は、地上での数か月～半年分に相当することになる。

宇宙航空研究開発機構（JAXA）ではISS搭乗宇宙飛行士の放射線による被ばくを適切に管理するため、生涯の被ばく線量制限値を独自に設定し管理をおこなっており、宇宙飛行士ごとに生涯に受ける宇宙からの放射線量の上限は500から1000ミリシーベルト（国際宇宙ステーション搭乗宇宙飛行士被ばく管理規程（2013年6月26日改正））と決められている。

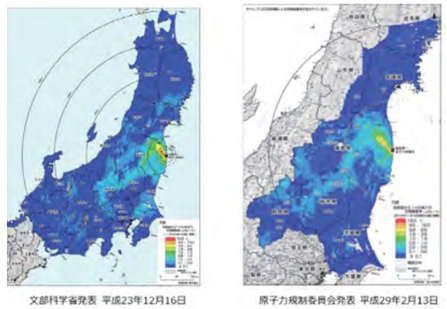
ISS内では放射線環境の変動をリアルタイムに把握し、ミッション中の被ばく線量を限りなく低く抑えるよう管理されている。また、宇宙飛行士が実際に被ばくした線量を把握し、生涯の被ばく線量を制限以下に抑えるよう管理している。

◆原子力発電所事故と放射線

東京電力福島第一原子力発電所の事故によって環境中に放出された大量の放射性物質は、継続的にモニタリングがおこなわれ、空間線量の分布状況、放射性セシウムの沈着状況などが調査されてきた。東京電力福島第一原子力発電所から北西方向に伸びる領域が放射線量の高い地域である。80kmの空間線量率は線量が高い地域、低い地域ともに年月を経て下がってきていることが確認されている。

※原子力規制委員会の「放射線モニタリング情報ポータルサイト（http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/）」では、全国の現在の空間線量率をみることができる
※厚生労働省HPの「東日本大震災関連情報（https://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/shokuhin.html）」では、食品中の放射性物質の基準値など、食品の安全に関する情報を見ることができる。

福島県、およびその近隣県の空間線量率の分布



（出所）環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料（平成29年度版）」

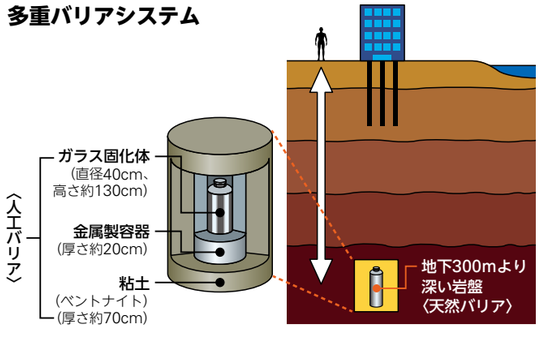
◆高レベル放射性廃棄物の地層処分

高レベル放射性廃棄物は原子力発電の運転に伴って発生する。高レベル放射性廃棄物には半減期の長い放射性物質が含まれているため、長期にわたって人間とその生活環境に対して影響が及ばないようにする必要がある。

高レベル放射性廃棄物の処分については地層処分を進めることが国際的に共通の考え方になっている。日本でも高レベル放射性廃棄物の地層処分を進めるための取り組みがおこなわれている。

地層処分は人間の生活環境から隔離された、深く、かつ安定した地層で、「人工バリア」と「天然バリア」を組み合わせることによって放射能を閉じこめようという「多重バリア」の考えに基づいている。

多重バリアシステム



地下深部がもつ特徴と地下深部に埋めるメリット

①地下は酸素が少ないため、ものが変化しにくい
→地上ほど腐食などの影響を受けない
②ものの動きが非常に遅い
→遠い将来、放射性物質が漏れ出しても、ほとんどが地下にとどまり続ける
③人の生活環境から遠く離れている
→生活環境に影響を与えない

※高レベル放射線廃棄物の地層処分については59ページも参照