

みんなで21世紀の未来をひらく教育のつどい
教育研究全国集会2012

第5分科会

理科教育

放射線について知ろう！

静岡県教育委員会防災教育リーフレット

「放射線について知ろう！」(中学生向け) に対抗して

組織名：静岡高等学校障害児学校教職員組合
(静岡高教組)
【静岡・高校理科サークル】

報告者：篠崎 勇

職場等：静岡県立静岡西高等学校

1. はじめに

2011年3月11日14時46分、東北地方太平洋沖地震が発生した。震源は牡鹿半島の東南東約130kmの深さ約24kmの太平洋プレートと北アメリカプレートの境界域。典型的な海溝型地震であった。その震源域は東北地方から関東地方にかけての太平洋沖の東西方向約200km、南北方向約500kmの広範囲に及び、マグニチュード9.0という日本観測史上最大の地震であった。この地震は1995年1月17日早朝に発生した兵庫県南部地震(M7.3)の約1500倍のエネルギーで、最大で海岸から6km内陸まで浸水、最大遡上高40.1m(岩手県大船渡市)という巨大津波を伴った。

この地震により、福島第一原子力発電所ではブレーカーの破損、送電鉄塔の倒壊が起こり、外部からの送電が止まった。続いて、高さ16~17mの津波によってタービン建屋の非常用ディーゼル発電が働かなくなり、すべての電源を失った。運転中であった1~3号機の原子炉は自動停止により制御棒が挿入されたものの、全電源喪失のため、非常用炉心冷却装置(ECCS)も冷却水循環系も作動することができず、燃料棒内の崩壊熱を取り除くことができないまま、1号機では地震発生から4時間半後には炉心溶融(メルトダウン)が始まった。また、定期点検中で停止していた4号機は燃料プールの冷却ができず、プールの水温は上昇を続けた。その後の経緯は、テレビ映像で何回も見ることになった翌3月12日から15日にかけての原発の水素爆発という世界中を驚かせた大事故につながった。その結果、この事故は国際原子力事故評価尺度(INES)で最も深刻な事故にあたる【レベル7】となった。

2. 静岡県教育委員会防災教育リーフレット「放射線について知ろう！」(中学生向け)について

静岡県教育委員会(以下:県教委)学校教育課は、2011年8月、表題のリーフレットを作成した。(2~3ページ参照)

私は同年9月に、このリーフレットの存在を知った。しかし、これには、放射線の特徴にあまりにも触れられておらず、このリーフレットからは、福島第一原発事故の重大性が全く感じとることができない。そこで、直接、県教委に電話をして、作成時期も含めていくつかの質問をした。そこで、このリーフレットの作成時期が東日本大震災の後だということを知り、このリーフレットでは『使えない!』と判断し、静岡・高校理科サークル2011年10月例会を経て、後述する「放射線について知ろう！」(静岡・高校理科サークル版)を作った。

これまでの中学校学習指導要領では「原子・分子」は教えることとされていたが、「放射線」には触れていなかった。これが、新学習指導要領では「放射線の性質と利用」にも触れることになっている。新学習指導要領にもあるし、福島第一原発事故も踏まえ、これ以

放射線について知ろう！

1 放射性物質、放射能、放射線

放射線を出す能力をもった物質のことを「放射性物質」といいます。放射性物質は、わたしたちの身の周りにもあります。たとえば、岩石や土砂にはウランがまじっていますし、川や温泉などにはラジウムが溶けています。また空気中には、ラドンという気体の放射性物質があります。

有名な科学者であるキュリー夫人は、ウラン鉱石から何か目に見えない光のようなものが出ていると考え、これを「放射線」と呼びました。

「放射能」とは、放射性物質が放射線を出す能力のことです。放射能が強いものほど、たくさんの「放射線」を出すことになります。

放射能と放射線の関係を、電球を例にとって説明すると、電球が放射性物質で、光が放射線で、光を出す能力が放射能、ということがができます。



ウラン鉱石

ウランは、鉄や銅などと同じ金属のなかまです。ウランは原子力発電所の燃料として使われています。



2 ベクレル、シーベルト…

「放射能」の強さは、ベクレル (Bq) という単位で表します。ベクレルという単位は、放射線を発見したフランスの物理学者、アンリ・ベクレルからつけられています。

わたしたちの目で放射線を見ることはできませんが、宇宙から地球へ、まるでシャワーのように宇宙線と呼ばれる放射線が降りそそいでいます。

また、大地や食べ物、空気にも、ほんの少しずつですが放射性物質が含まれていて、たえず放射線を出しています。自然にあるものから出ている放射線のことを「自然放射線」といいます。たとえば、自然界にある放射性物質のカリウム40は、食品の中にもあり、1キログラムのお茶には600ベクレル、お米には30ベクレル含まれています。

一方、シーベルト (Sv) とは、受けた放射線による人体への影響を表す単位です。1シーベルトの1,000分の1が1ミリシーベルトです。

単位のシーベルトは、スウェーデンの放射線について研究した人の名前R.M.シーベルトからとったものです。

わたしたちは、1年間に約2.4ミリシーベルトの自然放射線を受けていますが、ごくわずかな量ですので健康に影響するようなことはありません。

自然から受ける放射線 (年間)



出所：2000年 国連放射線影響科学委員会報告

また、装置などをつかって、人工的に発生させる放射線のことを「人工放射線」といいます。よく知られている人工放射線では、病気やケガの診断（レントゲン検査）に利用されているX（エックス）線があります。X線は空港の荷物検査にも使われ、かばんを開けることなく透過像を見て内容物を判断することができます。



その他人工放射線には、ジェット機のエンジンの検査に使われているガンマ線やガンの治療に利用される重粒子線など、いろいろなものがあります。

3 放射線の影響や利用

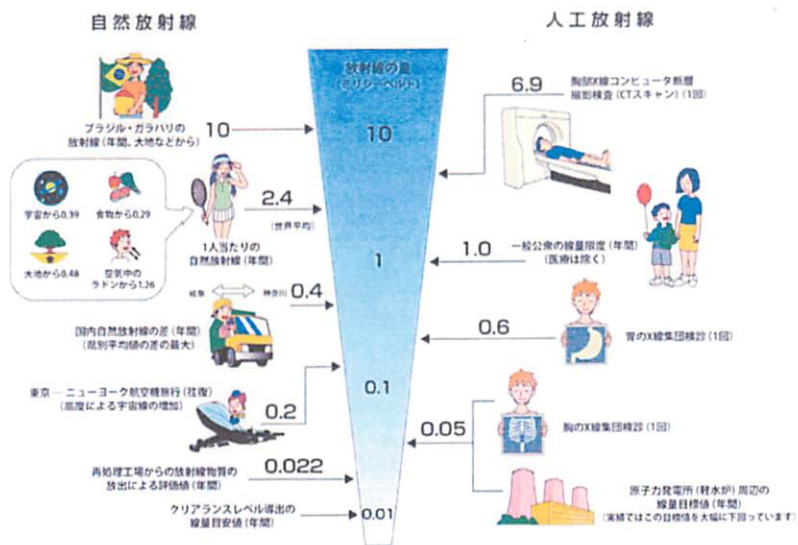
ここまで、私たちの身の回りに放射線がたくさんあることを紹介してきました。大地や食べ物などから出ている自然からの放射線や病院のX線検査などで使われている放射線など、日常生活で受ける放射線のレベルであれば影響はありません。しかし、何らかの原因で一度に多量の放射線を身体に受けると健康に害を及ぼすことがあります。

一方、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ります。これらの特性を利用して、医学分野をはじめ、工業、農業、環境などさまざまな分野で役に立っています。



ω

《 日常生活と放射線 》



☆疑問に思ったこと、興味を持ったことなどを調べてみましょう。

発行 静岡県教育委員会 学校教育課
 参考資料 文部科学省 原子力・エネルギー教育支援情報提供サイト「あとみん」

出所：『原子力文化発展財団「原子力・エネルギー」別冊集2009より作成』

上にも増してしっかり学習する必要があると思い、リーフレット作成に取り掛かった。

どのような観点で、「放射線について知ろう！」〈静岡・高校理科サークル版〉をつくったのかいくつかの点を述べる。

- ① 原子は原子核とその周りを回る電子からできている。
- ② 放射線は不安定な原子（放射性同位体）の原子核から出る高エネルギーの粒子線と電磁波である。
- ③ よって放射線は人間がコントロールできない（原子炉は別・X線は該当しない）。
- ④ 放射線のエネルギーと透過力は、放射線の種類によって大きく異なる。
- ⑤ 放射線は我々の五感では感知することができない。
- ⑥ 放射線を出す能力を放射能、放射能をもつ物質を放射性物質という。
- ⑦ 放射能が半分になる時間が半減期であり、原子により異なる。
- ⑧ 自然放射線も人工放射線もできるだけ浴びないようにすることが重要である。
- ⑨ とくに、内部被曝はできるだけ避ける。
- ⑩ 放射線は、様々な分野で利用されている（メリットとデメリットの兼ね合い）。

以上の10点を意識してリーフレットを作った。

ぜひこのリーフレットを、中学校で広めていただきたい。

「放射線について知ろう！」〈静岡・高校理科サークル版〉（5～6ページ参照）

私は2010年度末で定年を迎え、2011年度から再任用でハーフ勤務をしている。このリーフレットを作った2011年度は、中部電力浜岡原子力発電所から直線で30kmの距離にある、静岡県立藤枝西高校に勤務していた。そこでは2年生2集団と3年生2集団に生物Iの授業をしていた。生徒たちは、義務教育段階で放射線についての授業は皆無である。そこで中学生向けにつくったこのリーフレットを投げ込み教材として2学期に放射線について各集団1時間ずつの授業を行った。

実際、このA4版裏表のリーフレットを使って放射線についての授業を展開してみると、欲張った内容だという感想を持った（1時間ではきつい！）。そこで、2回目以降の集団では、まだまだ成長期で、しかもおそらく人生で最も大食な高校生が、放射性ヨウ素や放射性セシウムなどによる放射線の内部被曝を受けやすいことを強調して授業を行った。

また、このリーフレットはもともと、県教委のそれがあまりにもお粗末なので、それに対抗して作ったものであるが、しかし、これは中学生のみならず、すべての人たちに「放射線」についての知識として持っていてもらいたいものにもなったと考えている。

放射線について知ろう！

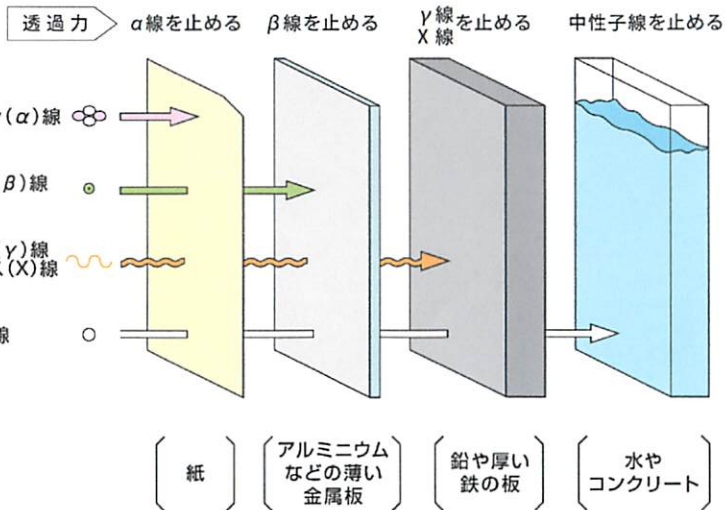
1 放射線、放射能、放射性物質

この世の中のものすべて「原子」からできています。その原子の中で不安定な原子の原子核から勢いよく飛び出すのが放射線です。その放射線には、アルファ線、ベータ線、ガンマ線、中性子線があります。

アルファ線は、陽子と中性子が2個ずつ集まった粒（ヘリウム原子核）、ベータ線は、電子1個、中性子線は中性子1個が飛び出した、いずれも粒子線です。それに対し、ガンマ線は、粒子ではなく、強い電波（電磁波）です。どの放射線も不安定な原子（放射性同位体）の原子核から飛び出すことでは共通しています。

アルファ線は、ベータ線にくらべると約8000倍も重たいのでぶつかると大きな衝撃を与えますが、空気中では空気分子（窒素分子・酸素分子）にぶつかって数cmしか飛びません。

ベータ線は、電子なので小さくて空気中では数10cmから数mまで飛びます。アルミや木でさえぎることができます。また、マイナスの電気を帯びているのでまわりの原子の電子と反発してジグザグに飛ぶのも特徴です。



《放射線の種類と特徴》

中性子線は、電子に比べると約2000倍も重たいのですが、電荷をもっていないので、邪魔されることなく鉛の板も透過します。でも水のように水素原子を含む物質でさえぎることができます。

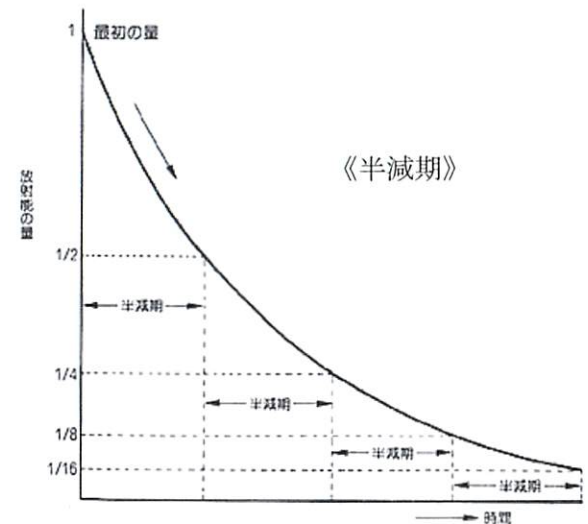
ガンマ線は、電波と同じなので透過力が強く、鉛や分厚いコンクリートでないとさえぎることはできません。

これらの放射線を出す能力のことを「放射能」といい、放射線を出す物質を「放射性物質」といいます。

自然界に存在する原子の中で、不安定な原子は放射線を出して安定な原子になります（たとえば炭素14はベータ線を出して窒素14になる）。

このような放射線を「自然放射線」といい、この放射能が半分になる時間を「半減期」といいます（たとえば、炭素14は5730年。ウラン235は7億400万年。）。

それに対して、X線のように人工的に発生させる放射線を「人工放射線」といいます。



2 ベクレル、シーベルト・・・

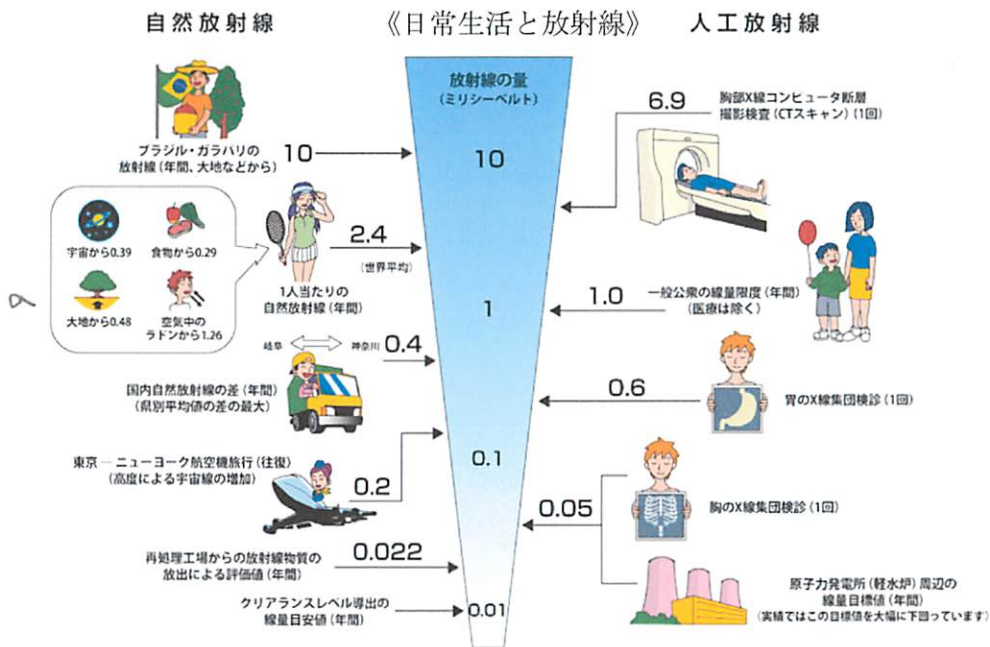
放射線の強さは、電球で例えるとわかりやすくなります。電球の光を出す強さはワット(W)で表しますが、明るさ(ルクス)は電球からの距離によって変わります(近いと明るい)。

放射能の強さはベクレル(Bq)という単位で表します。1ベクレルは1秒間に1回原子



《放射線と放射能》

が壊れ、放射線（1 つとは限らない）を出す能力を表します。放射線も、光と同じように距離によって、その強さが変わります（近いと浴びる量が多い）。人が放射線から受ける影響の強さを表す単位をシーベルト（Sv）といい、放射線の種類や物質、受ける年齢、取り込み方によって影響が違います。X線、ベータ線、ガンマ線の人体への影響の大きさを1とすると、アルファ線は20倍、中性子線は5～20倍になります。ふつうは、ミリシーベルト（mSv）の単位を使います（1シーベルトの1000分の1が1ミリシーベルト）。



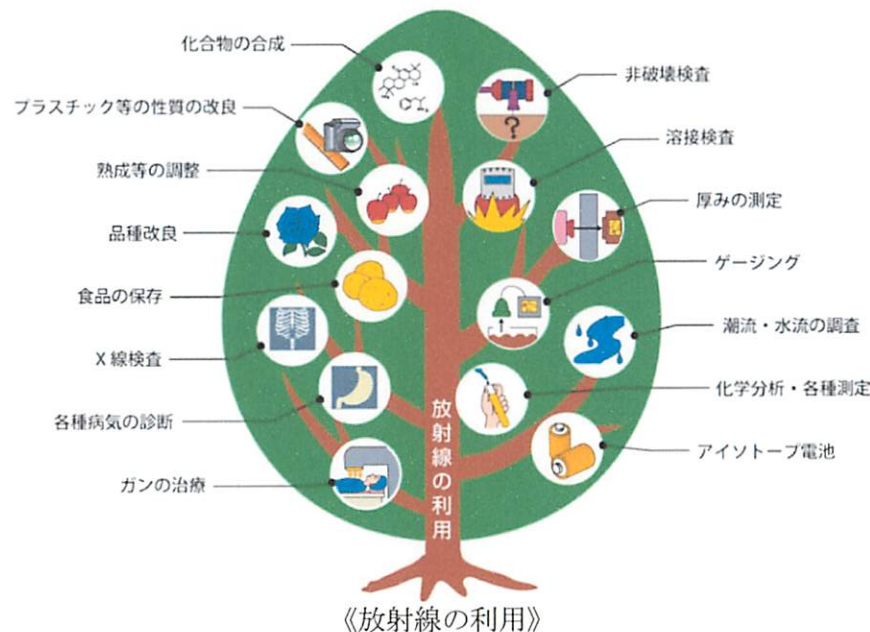
3 放射線の影響と利用

放射線は、見ることも感じることもできませんが、非常にエネルギーが高く、物質を通り抜ける時、原子のまわりの電子を弾き飛ばしたり、引っ張ったり、原子同士の結合に変化を起こし、物質の性質を変える作用があります。これがDNA（遺伝子）で起こると、健康障害が出てきます。通常の生活で受ける自然放射線のレベルでは特に影響はありません。しかし、細胞分裂が活発な細胞はDNAが

傷つけられると、異常の発生頻度も高くなるので、胎児や新生児、乳幼児は影響を受けやすいといえます。

一方、放射線の性質を利用して、医療分野（診断、治療、滅菌 etc.）、農業分野（品種改良、害虫防除、飼料等の殺菌 etc.）、工業分野（材料加工、材料検査、環境保全 etc.）など、様々な分野で、放射線は利用されています。

たとえば、X線検査やがんの放射線治療はよく知られていますが、この場合でも体に影響はあります。でも、メリットの方が、放射線を浴びた時のデメリットよりも大きいので行うのです。



◇ 疑問に思ったこと、興味を持ったことなどを調べてみましょう。

作成 静岡・高校理科サークル (2011.10.1)
 参考資料 静岡県教育委員会学校教育課発行リーフレット
 「放射線について知ろう！」
 原子力・エネルギー教育支援情報提供ウェブサイト
 (愛称「あとみん」)
 (財)環境科学技術研究所 環境研ミニ百科
 原発・放射能図解データ (大月書店)
 Newton 2008年10月号【放射線】

・ おまけ 原子力発電と原子爆弾

言い古されたことだが、原発と原爆の原理は同じだ。原爆（広島型）はウランの核分裂を瞬間的に激しく行い、原発はウラン燃料を調節しながらゆっくりと燃やす。この時、燃料になる（核分裂しやすい）のがウラン 235。ウラン（U）は、天然に存在する原子番号 92 の元素で 3 種類の同位体をもつ。いずれも放射性で、ウラン 234（原子核＝陽子 92 個＋中性子 142 個、天然存在比 0.00054%・半減期 25 万年）、ウラン 235（原子核＝陽子 92 個＋中性子 143 個、0.71%・7 億年）、ウラン 238（原子核＝陽子 92 個＋中性子 146 個、99.28%・45 億年）である。この存在比と半減期が、実に厄介な問題を引き起こすことになる。

ウランは常温常圧のもとでは金属で、その密度は 19.1g/cm^3 と超重金属である。鉱山から採掘するウラン鉱石に含まれる天然ウランの濃度は 0.3～0.7%。核燃料になるまでにはたくさんの過程を経ることになるが、その過程ごとに出る廃棄物はすべて放射性廃棄物である。ウラン鉱石から天然ウランを取り出し、それをウラン濃縮工場でウラン原子核のわずかな質量差を利用してウラン 235 を濃縮する。その結果、廃棄物として、ウラン 235 の含有率 0.2%の劣化ウランが出てくる。劣化とは核燃料には使えないというだけのことで、ウランには違いがない。前述したように、ウランは非常に密度が高く（鉛の密度でさえ 11.3g/cm^3 ）、これが分厚い鉄板でできた戦車も貫く劣化ウラン弾となる。貫通した時の摩擦熱で燃焼し、死亡しなくても、体外被曝と体内被曝を伴うこととなり、非人道的兵器との国際的批判が高い。

核分裂はウラン 235 に中性子をぶつけて起こすが、その時に新たな放射性物質が生じることになる。クリプトン 85（半減期 10.76 年）、ストロンチウム 90（28.79 年）、ジルコニウム 95（64.03 日）、モリブデン 99（65.94 時間）、ルテニウム 106（373.6 日）、ヨウ素 131（8.02 日）、テルル 132（3.20 日）、セシウム 137（30.17 年）、バリウム 140（12.75 日）、セリウム 144（284.9 日）などである。もちろん燃え残り（核分裂していない）ウランもある。

これら使用済み核燃料＝核のゴミは、再処理工場で処理しても、放射性元素はそのまま放射性元素である。最終処分は、地下 300m より深い岩盤の中に埋めるというが、この方法で最終処分を行った国はまだ一つもない。もし実施したとしても、放射能が低くなるまで 10 万年以上そこで保管し続けることになる。

今から 10 万年前はネアンデルタール人の時代である。今から 10 万年後は???

（えらいものに手を付けてしまったものです!!）