

指導資料

 鹿児島県総合教育センター

理科 第299号

- 中学校，高等学校，特別支援学校対象 -
平成26年10月発行

中学校，高等学校における放射線に関する学習指導のポイント

現在，我が国では多様な先端科学技術で放射線を利用していると同時に，その安全性が重要な課題となっている。また，中学校では約30年ぶりに放射線に関する学習が復活した。

そこで，本稿では，放射線についての基本的な知識を習得させ，習得した知識を基に放射線の利用や安全性の問題（影響と防護）を考えさせることにより，科学的な根拠に基づいた思考力，判断力を育成するための指導のポイントについて述べる。

1 中学校，高等学校における放射線の学習

放射線の学習内容については，中学校と高等学校の学習指導要領解説に，エネルギーの項目の中で次のように記されている。

[中学校理科第1分野第3学年]

ア エネルギー

(イ) エネルギー資源

ここでは，人間が，水力，火力，原子力など多様な方法でエネルギーを得ていることをエネルギー資源の特性と関連させながら理解させるとともに，エネルギーを有効，安全に利用することの重要性を認識させることがねらいである。

(中略) 原子力発電ではウランなどの核燃料からエネルギーを取り出していること，核燃料は放射線を出していることや放射線は自然界にも存在すること，放射線は透過性などをもち，医療や製造業などで利用されていることなどにも触れる。

[高等学校物理基礎]

エ エネルギーとその利用

(ア) エネルギーとその利用

ここでは，人類が利用可能な水力，化石燃料，原子力，太陽光，風力などを源とするエネルギーの特性や利用などについて，電気エネルギーへの変換を中心に，これまで学んだ物理学的な視点から理解させる。

(中略) 原子力については，関連して，線，線，線，中性子線などの放射線の特徴と利用，線量の単位など，放射線の利用とその安全性の問題にも触れる。その際，放射線がその性質に応じて，医療，工業，農業などで利用されていることに触れることが考えられる。

放射線の学習は，中学校と高等学校で扱われる内容の関連性が強く，次の～については，どちらの校種においても指導すべき事項となっている。

原子力発電の仕組

放射線の性質

放射線の影響と利用

放射線の安全性の問題

については，エネルギー変換の流れ等について理解させるだけでなく，，，

の学習後に振り返り，火力発電等と比較しながら長所や短所を考えさせる必要がある。また，については，で習得させた知識を基に を考えさせた後，に基づいて安全性を判断させることが重要である。

2 放射線の性質に関する指導の実際

放射線の影響と利用や安全性の問題を考えさせるためには、放射線の性質を理解させておくことが前提となる。知識が曖昧であると、科学的な根拠に基づく正しい判断をさせることはできない。

そこで、性質を知識として記憶させるのではなく、なぜそのような性質をもつかを考えさせて理解させる必要がある。

(1) 放射線の透過性

放射線の透過性については、原子の構造から考えさせると理解させやすい。原子の内容については、中学校第1分野における学習で始まる。まず第2学年で、全ての物質が原子からできていること、次に第3学年で、原子が原子核と電子からできていることを学習する(図1)。さらに、高等学校化学基礎において、原子と原子核の大きさについて学習する。

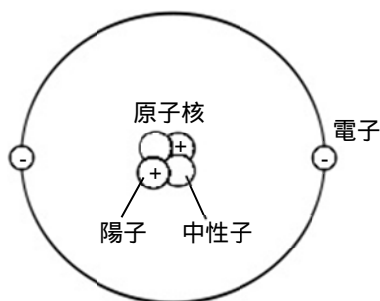


図1 ヘリウム原子の構造モデル

そこで、中学校においても、原子核の大きさが原子の大きさの10万分の1から1万分の1程度であることに触れれば、それを根拠にして放射線の透過性を考えさせることができる。大きさの比の知識があれば、原子核や陽子、中性子、電子などの素粒子から原子を見たとき、原子が隙間だけに見えることを想像させることができる。その概念を基に考えさせると、ヘリウム原子核と同じ構造をもつ

線や高速の電子である線、波長の短い電磁波の線やX線が、原子を通り抜けることを想像させることができ、放射線の透過性を理解させることができる。

また、原子核が正、電子が負の電気を帯びていることに着目させれば、透過性が強いのは、静電気力の影響を受けない電気的に中性な放射線であることを考えさせることができる(図2)。

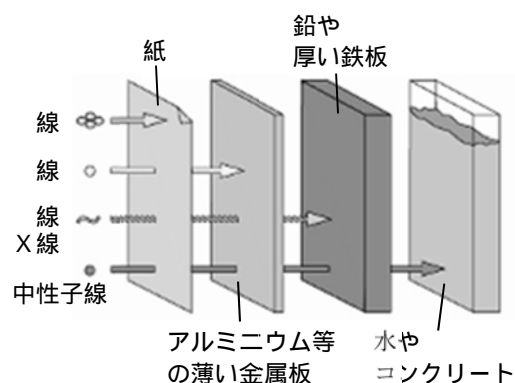


図2 放射線の透過性

(『中学生・高校生のための放射線副読本
～放射線について考えよう～』文部科学省 より)

さらに、高等学校では、電気的に中性な中性子線が、鉛を通り抜けても水に止められる理由を、運動量保存則の学習で行う実験を基に考えさせたい。その際、陽子と中性子の質量がほぼ等しいことから、水に含まれる水素原子核の質量と中性子の質量はほぼ等しいとし、かつ、弾性衝突として考えればよいことを意識させる必要がある。

(2) 放射線の電離作用

放射線の透過性を学習すると、放射線が原子を透過する途中で、原子に存在する原子核や電子に衝突するとどうなるかを考えさせることができる。その際、原子核と電子の質量の違いに着目させ、物体の衝突実験を基に、それぞれの衝突後の運動を推論させることが重要である。

電子の質量は、陽子や中性子の質量に比べて小さいため、衝突によって電子が弾き飛ばされることを推論させることができれば、放射線のエネルギーや電離作用についてイメージさせやすくなる。

次に、電子を弾き飛ばされた原子がどのように変化するかについて考えさせる。イオンについては、中学校第1分野第3学年で学習する。その知識を基に、電子を弾き飛ばされた原子が、崩れたバランスを取り戻すために残った電子を放出したり、他から電子を受け取ったりして、安定な状態へ変化していくことを想像させることができる。さらに、エネルギーの大きな放射線が、原子核から陽子や中性子を弾き飛ばしたり、原子核の中に入ったりしたときの原子の変化についても考えさせる。すると、バランスが崩れた原子核が安定な状態へ変化していくことで、原子の種類（元素）が変化することを想像させることができる。

3 放射線の影響と利用に関する指導の実際

放射線の影響と利用は、放射線の性質である透過性と電離作用の知識を活用して考えさせることができる。

(1) 放射線の影響

生徒は、中学校第2分野第2学年で、生物の体が細胞からできていることを、第3学年で、生物の成長には細胞の分裂が関係していることを学習する。その際、染色体には生物の形質を決める遺伝子があり、遺伝子に変化が起きて形質が変化する場合があることや、遺伝子の本体がDNAであることにも触れている。そこで、放射線による生物への影響を考えさ

せるには、生物の個体を形作るための情報であるDNAについての知識を振り返らせるとともに、DNAは原子からできていることに気付かせる必要がある。放射線によって、DNAを構成している原子が変化するとDNAが壊れる。すると、細胞が死んだり、DNA複製の際に一部が修復されずに突然変異が起こったりする可能性が生じる。つまり、放射線による生物への影響は、放射線のエネルギーがDNAに損傷を与えることによって引き起こされるということを理解させなければならない。

(2) 放射線の利用

放射線の利用については、利用の具体例を示すだけでなく、放射線の性質のうち、透過性、電離作用のどちらを利用しているのかを考えさせることで理解が深まる。また、放射線の利用によって人間の生活がいかに便利になっているかを考えさせ、物理学の発展と科学技術の進展に対する興味・関心を喚起したい。

透過性の利用例としては、非破壊検査、画像診断、厚さ測定などが挙げられる。また、電離作用の利用例としては、がん治療、ジャガイモの発芽抑制、農作物の品種改良、ウリミバエの駆除、医療器具の滅菌、タイヤの加工などが挙げられる。

4 放射線の防護に関する指導の実際

放射線の生物への影響を考えると、放射線の安全性の問題は無視できない。しかし、宇宙誕生時から放射線は自然界に存在しており、過度に不安を抱かせるような指導ではなく、受ける必要のない放射線をいかに防護するかを指導する必要がある。

(1) 探究的な学習活動における指導の実際
放射線の防護に関する学習は、探究的な学習活動を展開することにより、放射線の性質や安全性の問題に関する理解を深めるとともに、物理学的に探究する能力を高めることができる。

放射線の性質を考慮すると、防護の要素を距離、遮蔽、時間として、仮説を設定させることができる。そこで、単位時間当たりに受ける放射線量と距離や遮蔽との関係を調べる実験を計画させる。

ここでは、遮蔽物の種類による違いを調べる際に、距離や遮蔽物の厚みなどの条件を一定にすることや、測定値が刻々と変化する場合に、同条件で複数回測定して平均値をとること、自然放射線量を考慮することなど、仮説の検証時に留意すべき実験方法の基本に気付くように指導しなければならない。また、データの分析時におけるグラフ等の表現方法や解釈の仕方、仮説や結果の分析に基づく考察の仕方や法則性の導出方法など、それぞれの場面での的確な指導を行うことにより、物理学的に探究する方法を習得させることができる。特に、考察をまとめる場面では、いかにして放射線を安全に利用していくのかについても考えさせ、主体的に問題を解決しようとする態度を育てたい。

(2) 放射線量測定実験の実際

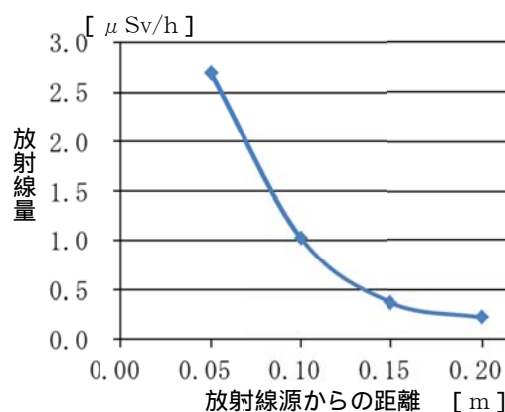
実験用放射線源 (Cs137) と GM 管式放射線検知器を用いて、距離や遮蔽による放射線量低減を調べる実験を行った (写真1)。放射線量の値は、10回測定の平均値から、バックグラウンド放射線量 $0.14 \mu\text{Sv/h}$ を差し引いた値とする。



写真1 放射線量測定実験

ア 放射線源からの距離と放射線量

距離 [m]	0.05	0.10	0.15	0.20
放射線量 [$\mu\text{Sv/h}$]	2.69	1.02	0.37	0.22



イ 遮蔽物の種類と放射線量

遮蔽物の種類	木	鉛
放射線量 [$\mu\text{Sv/h}$]	2.41	0.98

※ 放射線源からの距離 0.05m, 遮蔽物の厚さ 1.2cm

ウ 遮蔽物の厚さと放射線量

厚さ [cm]	1.2	2.4	3.6
放射線量 [$\mu\text{Sv/h}$]	0.98	0.24	0.09

※ 放射線源からの距離 0.05m, 遮蔽物は鉛

実験の結果から、受ける放射線量は、放射線源から離れるほど、遮蔽する鉛の厚さが厚いほど減少することが分かる。

以上のように、放射線に関する学習において、習得した知識を基に、利用や安全性の問題を考えさせる指導を行えば、科学的な根拠に基づく思考力、判断力の育成が期待される。

- 参考文献 -

文部科学省『中学校学習指導要領解説・理科編』平成20年8月, 大日本図書
 文部科学省『高等学校学習指導要領解説・理科編理数編』平成21年12月, 実教出版株式会社
 文部科学省『中学生・高校生のための放射線副読本～放射線について考えよう～』平成26年2月 (教科教育研修課)