

放射線の学習における実感をともなった理解のための工夫 —霧箱、線量計、地元教材を活用して—

坂 本 弥 生*・矢 田 猛 士**

Ingenuity for understanding of radiation with actual feeling

Yayoi Sakamoto* and Takeshi Yada**

Keywords : 放射線学習, 霧箱, 線量計, 地元教材

1. はじめに

池田鉱泉は三瓶山の西方約6kmの地点にある花崗岩地帯に湧出する温泉で、ラドンの含有量が多いことで知られており、古くから地球化学や医療効果についての研究が行われてきた（例えば、松浦ほか, 1940; Nakai, 1940; 岩崎ほか, 1942; 關, 1944）。最近では、保健物理学的観点からの研究も実施されている（例えば、古野, 1981; 古賀ほか, 1999; 堀内ほか, 2009）。

中学校では、2年生の電気の学習の単元で、電流の正体は電子の流れであることを理解し、真空放電との関連から放射線の性質や利用について学習する。多くの生徒は放射線という言葉は知っていても、漠然としたイメージ（特に原発事故や原子爆弾などから「恐ろしいイメージ」）を持っていることが多い。そして、放射線は五感で感じることが難しく、存在を実感することは難しい。そこで、線量計や霧箱を用いて存在を感じるとともに、正しく物事を理解して科学的に物事をとらえて判断できる思考力・判断力を育てることをねらいとして、身边にある放射線や池田鉱泉という地元の資源を活用した学習に取り組んだ。

平成28年度と29年度には旧学習指導要領に基づいて3年生を対象として、池田鉱泉に湧出する水を活用して、休憩をはさんで2時間連続で授業を学校の中で実施した。この実践を振り返り、実際にラドンが湧出

する場所が身近にあり、地元の特色ある自然について学ぶ絶好の機会でもあるので、現地で学習した方がより実感を伴う理解ができるのではないかと考え、平成30年度～令和3年度は、池田鉱泉に出かけて放射線学習を実践した。その中の令和3年度（一部令和2年度の資料掲載）の実践について報告する。

2. 実 践 概 要

現地での学習がより充実したものとなるように、事前に放射線についての基礎的な内容（表1）を学習する時間を設けた。また、自然放射線の存在を明らかにし、池田鉱泉の特殊性に気づくことができるよう、学校の敷地において線量計を用いて放射線を測定した。さらに現地での学習後には、学習の振り返りの時間を設けた。

表1 事前学習の内容

- 放射線、放射性物質、放射能とは何か～
 - ・放射線と放射能との関係を懐中電灯と光の関係に例える。
 - ・放射性物質には、ウラン、カリウム、ラドンなどがある。（周期表で確認）
 - ・放射線は、放射性物質の原子核が不安定なため壊変し、別の原子核に変わるときにに出るもので、目に見

* 元大田市立北三瓶中学校, 〒694-0003 島根県大田市三瓶町多根イ938番地13

Kitasanbe Junior High School, I 938-13 Tane, Sanbe-cho, Ohda, Shimane 694-0003, Japan

** 島根県立三瓶自然館, 〒694-0003 島根県大田市三瓶町多根 1121-8

The Shimane Nature Museum of Mt. Sanbe (Sahimel), 1121-8 Tane, Sanbe-cho, Ohda, Shimane 694-0003, Japan

えない。(間接的に見る方法はあることに触れる。)
 ・放射線の種類には、 α 線、 β 線、 γ 線、X線がある。
 ・放射線の単位は、Sv(シーベルト)について触れる。
 線量計は、Svで測定する。
 (線量計の数値のレベルがおおよそ理解できるよう、Sv, mSv, μ Svの関係について説明をする。)(自然放射線や人工放射線の値について、教科書の表を見ながら簡単に説明する。)
 ・放射線の人体に対する影響は、3年生でも学習するので、軽く触れる程度とする。

○放射線の測定～

- ・校舎の中や校庭などで、各自、線量をはかり、マップに記録する。(線量計の使い方を説明する。)
- ・線量のちがいが分かるように、マップに色別のシールを貼る。

3. 池田鉱泉における放射線学習の指導計画と授業の実際

指導計画(表2)にそって授業を実施した。指導計画の作成にあたり、以下の4つの活動のポイントを押さえた。

- ① 線量計を用いた泉源での測定(マップを作製し、学校の敷地での測定の比較)
- ② 泉源からの距離と線量の関係の測定(令和3年度は時間の関係で泉源からの距離と時間との関係をグラフ化することができなかつたが距離が離れるにつれて数値が下がることは確認できた)
- ③ 泉源の水の線量と遮蔽物との関係の測定
- ④ 霧箱の観察

表2 本時の指導計画

時間	学習活動	指導者の説明および留意点
13:55	① はじめの会 ・あいさつ ・池田鉱泉での学習についての説明を聞く。	・講師 矢田先生紹介 内容説明(T1) ○場所による放射線の測定値の違いや飛跡を観察すること ○各自が線量計をもち、池田鉱泉までのバスの中で測定し、数値が高くなる場所があるかどうか見ておくこと
	課題：池田鉱泉で、放射線の値を測定したり、霧箱で観察したりしよう。	
14:00	学校発 車で移動する。	・トンネルの中では、線量計に注目し、懐中電灯を使って見るように、声かけをする。
14:20	② 池田鉱泉3号泉に線量計を近づける。	・池田鉱泉の源泉について説明する。(T2)、地面がすべるので注意するように話す。(T1) ・マップに記録するように話す。(T1)
14:25	③ 池田鉱泉8号泉に線量計を近づける。	・各自順番に近づくように話す。(T1) ・線量計の大幅な変動に着目するように話す。(T1)
14:30	④ 池田鉱泉8号泉で、距離が離れると、どのように線量が変化するか予想を立てて、測定する。 ⑤ タブレットのグラフを見て、気がついたことを話し合う。(時間を見ながら、場合によっては、グラフ化はやめる。)	・グラフにするとどのような変化をするか予測し、理由もつけて発表するように話す。(T1) ・測定方法の説明(T2) ・線量計を持つ役割1人、タブレット入力の役割1人を分担して、交代で測定するように話す。(T1) (50cmごとに4メートルあたりまで測定) ・数値は、最終的に0になるかどうか質問し、理由もつけて発表するように話す。(T1)
14:45	(休憩)	・休憩中、各自で、線量計をもって、敷地内を歩いて測定し、マップに記録するように話す。(T1)
14:55	⑥ 8号泉の放射線を、遮蔽物を置いて測定する。	・遮蔽物を置くとどうなるか发問する。(T1) ・遮蔽物についての説明をする。(T2)
15:05	⑦ 霧箱で放射線の飛跡を観察する。	・霧箱について説明をする。(T2) ・自然状態と池田鉱泉の水を入れた場合の違いについて、発表するように話す。(T1)
15:20	⑧ おわりの会	・あいさつ、感想発表(T1)
15:25	バスで移動する。学校着15:50	

本学習では、事前の打ち合わせの後、T1は坂本およびT2は矢田という役割分担のもと、令和3年11月25日14:00～16:00に大田市立北三瓶中学校2年生7名を対象として実施した。

3.1 線量計を用いた泉源での測定

現地に向かう途中にトンネルがあり、そこで線量が少し高くなるのを確認した(図1)。現地では、3号泉と8号泉で測定を行い、数値が学校で測定した時と比べて明らかに高くなるので、生徒たちは驚いていた(図2-1、図2-2、図3-1、図3-2)。



図1 バスの中での測定のようす



図3-1 8号泉での測定のようす



図3-2 8号泉での測定のようす



図2-1 3号泉での測定のようす



図2-2 3号泉での測定のようす

学校敷地での線量と池田鉱泉の敷地での線量をマップに表して比べることができた。シールで線量の大きさを段階的に表しているので明確に違いがわかる(図4-1、図4-2)。

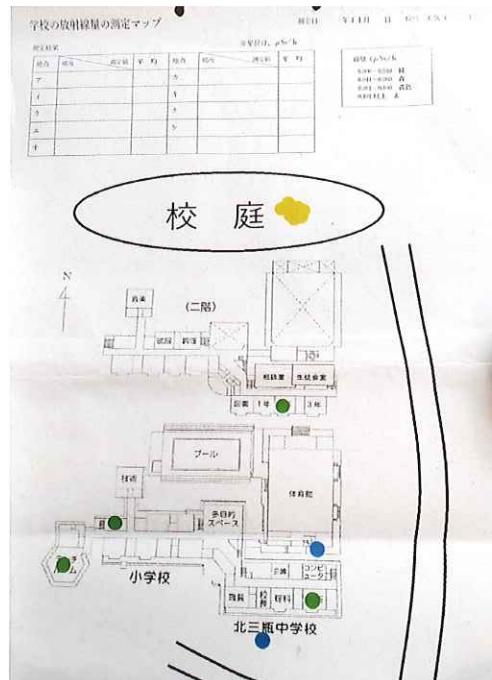


図4-1 学校敷地線量マップ



図4-2 池田鉱泉線量マップ

3.2 泉源からの距離と線量の関係の測定

源泉からの距離と線量の関係については、令和2年度にはグラフ化し、距離が離れるにつれて数値が下がるが、バックグラウンドがあるので距離が離れても0にはならないところまで視覚的に確かめることができた。なお、測定は予定では源泉で行うことになっていたが、天候が悪かったため、採取した鉱泉水を用いて屋内で測定を行った(図5-1、図5-2)。



図5-1 鉱泉水からの距離と線量の関係調査(令和2年度)

放射線についての学習 ワークシート

3年・番()

池田鉱泉での学習について、次のことをまとめよう。

○場所による放射線の強度の違い

放射線は私たちの身を取り囲む日常生活に存在していますが、放射線量を常に測ることはできない。場所によって放射線量は異なります。場所によっても岩石や標高、高さにより変化します。

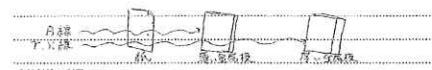
北三軒中学校一帯で、3号泉 0.420 $\mu\text{Sv}/\text{h}$
池田ラジウム温泉 3号泉 2.00 $\mu\text{Sv}/\text{h}$
8号泉 0.058 $\mu\text{Sv}/\text{h}$

○身から距離と線量の関係

身から距離と線量の関係	
直線	0.777
距離が離れるにつれて線量が減る	直線
うち半壁は減少	直線
するが途中で	直線
う値は一定となる	直線
○背景の計算	直線
直線回りハ販として	直線
いる放射線は日用品	直線
見えないが容器瓶等	直線
使うと放射線が通	直線
過した路が観察す	直線
まる。	直線

○放射線の透過性

放射線には、α線、β線、γ線、中性子線などの種類があり、これを物質を透過する能力をもつている。



○放射線の利用

放射線は、検査や治療、工業分野での製品開発、農業での品種改良を始め、私たちの暮らしの中の様々な分野で利用されている。半減期を利用してそのものの使用された時期などを知ることができる。

○半減期

放射性物質には時間が経つにつれて量が減り、放射能は弱まるという性質があります。放射性物質の量の減り方には規則性があり、ある時間が経つと量は半分に減る、これを半減期を半減期といい、物質によらず異なる。

放射性物質	半減期計算		放射能半減期
	時間	半減期	
○その他	1.27年 25.2	1.27年	1/100年
	7.73年 2.28	7.73年	1/1000年
	25.1年 0.49	25.1年	1/10000年
	79.7年 0.14	79.7年	30年
	250年 0.05	250年	300年
	800年 0.02	800年	3000年
	2500年 0.01	2500年	30000年
	8000年 0.005	8000年	300000年
	25000年 0.002	25000年	3000000年

図5-2 生徒のワークシート(令和2年度)

3.3 泉源の水の線量と遮蔽物との関係の測定

放射線が遮蔽物によってさえぎられること、および、物質による遮蔽効果の違いについて、泉源の水をペットボトルに入れて線量計の間に鉛や紙などの遮蔽物を挿入することにより確かめることができた(図6)。



図6 遮蔽物を置いて測定

3.4 霧箱の観察

霧箱の観察では放射線そのものではなく、飛行機雲の原理も交えて、容器中のエタノールの蒸気の中で放射線が通過し飛跡が見えていることを説明した後、1人に1つ容器を渡して、泉源の水を霧箱に入れて観察した。この観察では今まで数値でしかとらえられなかったものを視覚的に確かめて、生徒が感動する様子が見られた（図7-1）。また、ラドンは泉源から湧出する気体なので、泉源の水に溶けているラドンを取り出して霧箱に入れて、同様の観察もを行い、飛跡を観察した（図7-2）。



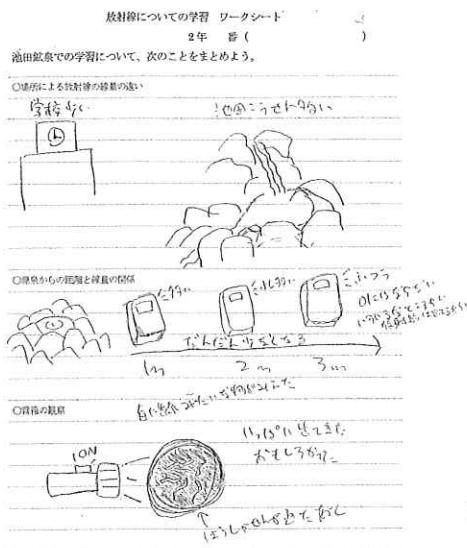
図7-1 霧箱の観察



図7-2 鉱泉水から取り出したラドンを霧箱に入れて観察

4. 実施後の生徒の様子

授業実施後は、ワークシートを活用して学習のまとめを行った。各自で活動の内容を振り返り学んだことをまとめた(図8)。



○放射線の透過性
・①線・紙一枚で止められる。
・②線・アルミニウムなどの薄い金属板で止められる。
・③線・鉄や鉄の厚い板で止められる。
※ 放射線は風邪のように人から人へうつることはない。

○放射線の利用
・レントゲン…放射線の一つであるエックス線を使って体の中を写す。
・古い土器を磨ぐる…古い土器には昔の人が使っていたスッキやコケが残っていることがあり、スッキやコケの中には放射性物質である炭素14が多く含まれている。放射性物質の量は時間とともに減っていくため、放射性物質の半減期を利用して保られた時刻を知る。
○放射線を利用することによってどのような技術があるか
・平成23年3月1日における福島第一原発事故などの原子力発電に使用されているが、当時の事故のようなことが日本の各地でおこるかもしれない。また島根でも、原子力発電をしているので原子力発電を少しづつ減らしていくべきだと思う。

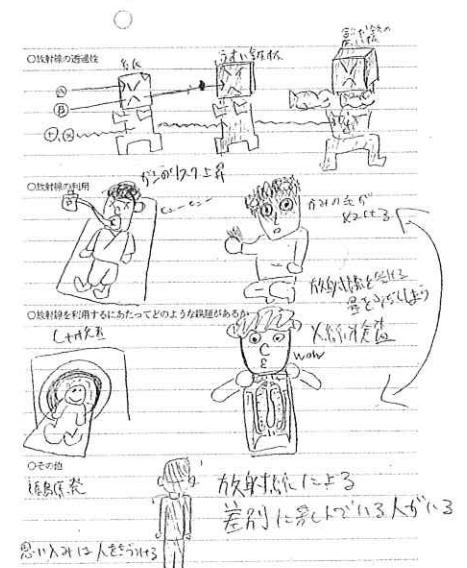
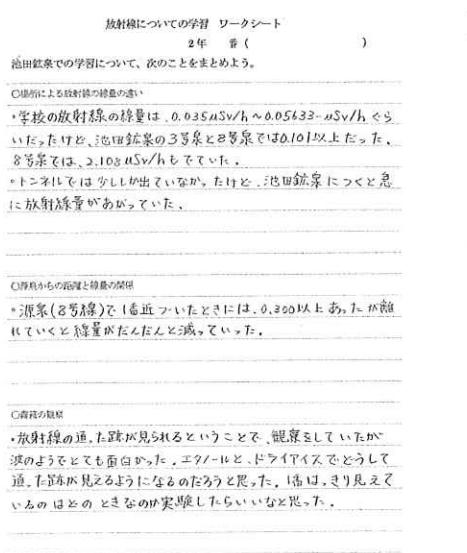


図8 生徒のワークシート



この学習の事前と事後の変容を見るために「放射線がどんなものだと思いますか.」というアンケートを実施したところ以下の回答があった.

(事前)

- ・原爆の際に大きな被害を与えたもの
- ・体に有害で危険なもの
- ・原子力発電所で制御できなくなつて放射能が出て、住めなくなつた。でも、安全に使えば便利なもの。

(事後)

- ・危ないけれど、安全に使えばすごいもの。
- ・まだ危険なものという気持ちもあるけれど、私たちの生活に役立っていたり、歴史を調べたりなど重要な存在。
- ・実験してみたり、放射線を観察したりして面白いと思った。福島の人のいじめや差別などもたくさんあるから少しづつ解決してほしい。

その他、「放射線の跡が目に見えるようになっていてとても面白かった.」という感想もあった。

5. 成果と課題

生徒の感想にあるように、授業の前は、「放射線は危ないもの」というイメージをいだいている生徒がほとんどだった。今回の学習では、科学的な探求の方法によって、その漠然としたイメージが変容し、生徒は正しく理解することの大切さを学んだ。この体験は、今後、様々な場面での生徒の物の見方・考え方へ生かせると思う。

三瓶には池田鉱泉という特殊な自然現象を見聞できる場所があり、学校との線量の違いを比較することで放射線の存在を実感できる。そして、実際に現地で調査することは、「百聞は一見に如かず」で、かなりインパクトがある。また、放射線は目に見えないが、霧箱を使って飛跡を見ることでその存在がより明確になったと思う。池田鉱泉の放射線を測定し、距離との関係を調べることで放射線量は距離が離れると下がること、遮蔽物で遮られることなどを理解したので、生徒は、実感をともなって、放射線から身を守る方法についても考えることができた。

本学習は、放射線の利用やエネルギー資源の活用、環境問題という現代の人類が抱える重大な問題に深く関連する。そこで、様々な資料を活用し、道徳科、社会科などと関連して発展的な学びの場を設定すれば、多面的・多角的に思考する力を育成できると思う。

参考文献

文部科学省(平成29年3月告示)中学校学習指導要領

文部科学省(平成29年7月)中学校学習指導要領(平成29年告示)

解説 理科編

新しい科学2および3、教師用指導書、東京書籍

文部科学省(平成30年9月)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方～

岩崎岩次、浮本勇、星加倫良(1942)本邦西部の温泉の地球化學的研究(第四報)三瓶山地方の温泉のラドン含有量(其二)、日本化學會誌、63、139-142

岩崎岩次、浮本勇(1943)本邦西部の温泉の地球化學的研究(第九報)池田鉱泉のラヂウム含有量、日本化學會誌、64、1272-1277

關正次(1944)島根縣池田鉱泉の泉水と鉱渣の放射能、日本温泉氣候學會雑誌、10、101-105

古野勝志(1981)山陰地方の温泉地における環境放射線について、岡山大学温泉研究所報告、51、23-33

堀内公子、坂口真知子、後藤千春、滝沢英夫、鈴木絢香、甘露寺泰雄(2009)ピコラド(PICO-RAD)検出器による放射能泉地域の空気中ラドン濃度測定、大妻女子大学紀要、社会情報学研究、18、159-169Toshio Nakai(1940)Radium Content of Mineral Springs in Japan、Bulletin of the Chemical Society of Japan、15、333-426

松浦新之助、岩崎岩次、福島隆太(1940)本邦西部の温泉の地球化學的研究(第一報)三瓶山地方の温泉のラドン含有量、日本化學會誌、61、225-230

矢田猛士・野村啓介・法澤公寛(2013)環境放射線學習プログラム開発に向けた池田鉱泉の γ 線スペクトルおよび半減期測定、島根県立三瓶自然館研究報告書、11, pp.39-42