

たのしい放射線授業の現段階

愛知県大府市立共長小学校

仮説実験授業研究会会員

NPO 法人あいんしゅたいん会員

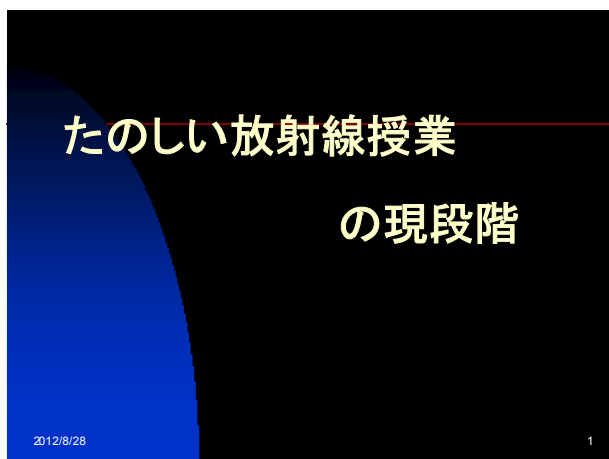
possumaki@yahoo.co.jp

2012.8.28

はじめに

昨年、東日本大震災が起きた後、3月27日に仮説実験授業研究会の緊急研究会が東京で行われ、震災に対応してできることの検討が行われました。その折りに山本海行さんの授業書案「放射線とシーベルト」が発表されました。それ以来、私は主宰する知多たのしい授業研究会や名城大学の学生有志を対象に授業書案の実験授業を行いました。その記録を元に「放射線とシーベルト」の改訂検討会議に加わったり、2011年仮説実験授業研究会・夏の合宿研究大会で設定された「放射線とシーベルト」分科会の司会を務めたりしてきました。

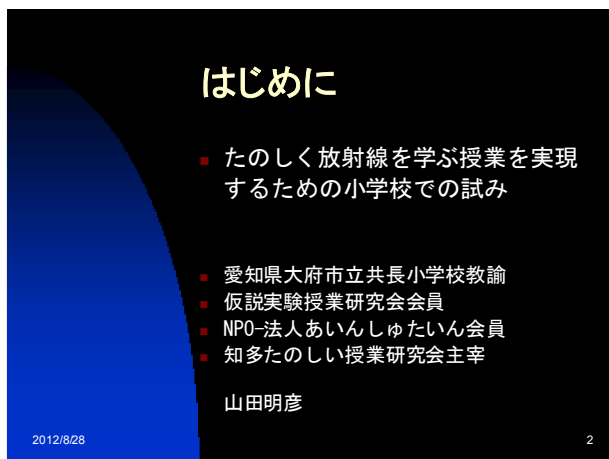
たのしい放射線授業の現段階



その後、山本海行さんの研究がF研式霧箱を用いて、放射線の実体的なイメージを子どもたちに形作るような授業を構成することに進展しました。私達には、子どもたちがとても歓迎する授業書《もしも原子が見えたなら》という共有財産があります。この授業書では、空気中の原子についてイメージを作ります。

子どもたちに空気中の壊れない粒・原子のイメージ（原子論）を確立してから、放射線測定や霧箱を用いて予想を実験的に検証する授業をします。そのことによって、子どもたちは原子が壊れて飛び出す放射線について感動的に学ぶことができるだろうと考えました。

そこで、それらの授業を1学期に行うことを計画しました。授業の内容を考え、まず、高学年で実施することが妥当だと思われました。私は、今年、3年生担任



のため、同じ学校の研究仲間である6年生担任の中溝齊さんに授業を実施してもらうことにしました。私は、予備実験や実験準備、記録をすることでスムーズに授業が進むように努めました。

1. 授業書《もしも原子が見えたなら》による原子論的自然観の確立

授業書《もしも原子が見えたなら》は、まとめた平林浩によれば、「目に見えないもの、未知なるものを知るときに力になるもの」という科学の授業の目的論から「仮説・実験に

**すべてのものが原子でできている
という感動を子どもたちに**

- 子どもたちが大歓迎する授業書《もしも原子が見えたなら》による原子論的自然観の確立
- 目に見えないもの、未知なるものを知るときに力になるもの
「仮説・実験による科学的認識」
「豊かな想像力」
「積極的な問いかけ」

参考：平林浩「もしも原子が見えたなら 空気といろいろな気体」
- 授業書と解説 - 『仮説実験授業研究第1集』仮説社


2012/8/28 3

よる科学的認識」「豊かな想像力」「積極的な問いかけ」によって原子論的自然観を確立するものとされました。

その後、日本全国で数限りのない授業が行われ、子どもたちが大歓迎し「すべてのものが原子でできている」という感動を子どもたちにもたすものとして定評のある授業書になりました。

子どもたちが作った分子模型

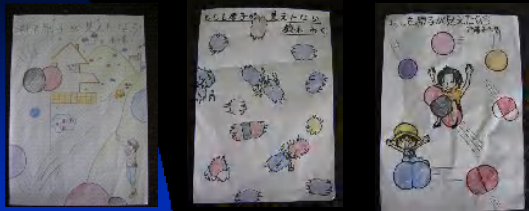
- 手芸用材料ボンテンで空気中の分子を作る



2012/8/28 4

子どもたちは、問題—予想—討論—実験を繰り返す中から、科学的法則や自然のイメージをつかみ取るときに自分が発見した気持ちになります。そして、発見し、頭の中に創りだしたイメージを分子模型作りの作業をしながら腑に落としていきます。子どもたちは、手芸用材料のボンテンで分子模型作りをしました。

子どもたちが「もしも原子・分子が見えたなら」と空想して描いた絵



- 授業の終末に「空気」のまとめとして描いた。
- 環境の中に漂う分子、飛び交う様子、学んだことの楽しさを表す分子にまたがる子ども。

2012/8/28 5

子どもたちが《もしも原子が見えたなら》の授業の終末にまとめとして描いた絵を3つつ示します。空気中の原子・分子を空想して描いた絵には、環境の中に漂う分子、勢いよく飛び交う原子・分子の様子、分子にまたがる楽しそうな子どものイラストに学んだ楽しさが表れています。

《もしも原子が見えたなら》に対する 子どもたちの評価

- 5 とても楽しかった... 24人
- 4 楽しかった... 14人
- 3 どちらでもない... 1人
- 2 つまらなかった... 0人
- 1 とてもつまらなかった... 0人

「...原子は色々な種類があり、すべての物が原子です。原子の始まりがどんなものか知りたいです。」

2012/8/28

6

示しているものが多く見られました。

2. 授業書案<放射線とシーベルト>による「放射線を測ってみよう」の授業

次に実施したのは、授業書案<放射線とシーベルト>による放射線計測です。この授業プ

「放射線を測ってみよう」〈放射線とシーベルト〉 第1部 西村寿雄案

- <放射線は身近にあるんだ>と実感するための手だてのひとつ。
- 山本海行さんの授業プランを西村寿雄さんが再編集 → 地域の科学教室や小学校で使う。
- 問題の予想を立て、話し合い、はかるくん(放射線測定器)で検証する。

2012/8/24

7

ランは、山本海行さんが作成したものを西村寿雄さんが地域の科学教室や小学生対象に使えるように漢字にふりがなを付けたりして再編集したものです。いろいろな場所の放射線量の問題に予想を立て、話し合い、測定できる場所については、実際にはかるくん(放射線測定器)で検証しました。

「放射線を測ってみよう」問題例

〔質問 3〕地上の放射線は太陽からも出ています。それでは〈日なた〉と〈日かげ〉とでは、どちらの放射線のほうが強いと思いますか。

<予想分布>

- ア. 〈日なた〉の放射線のほうが強い。…… 26人
- イ. 〈日かげ〉の放射線のほうが強い。…… 5人
- ウ. どちらも同じくらい。…… 7人

2012/8/28

8

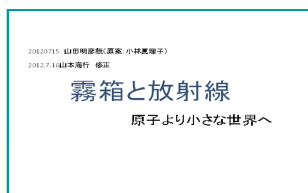
その問題例です。この問題については、山本海行さんの講演でも話があったので、子どもたちの予想分布を示します。子どもたち、日陰より日向の方が放射線量が高いという考えが3分の2ほどを占める多数派でした。予想分布は数を黒板に書いて、自分と異なる意見の存在を子どもたちに意識させます。多数派の意見が必ずしも正しいとは限らないということを受容するきっかけになります。



左の写真は、授業風景です。左上は授業書の問題に見入る子ども。右上は予想分布を板書して討論を進める様子。下の写真は、はかるくんによる放射線測定です。下左が御影石の測定、右下は日向や日陰の測定を始めるところです。

「放射線を測ってみよう」＜放射線とシーベルト＞第1部を終えた後、次にパワーポイント版授業書案＜霧箱と放射線 原子より小さな世界へ＞の授業を行いました。

3. 授業プラン「霧箱と放射線—原子より小さな世界へ—」



- 原案は現在、編集作業が進んでいる書籍『放射線ってなんだ』による授業プランで山本海行が作成。
- 中学生用に小林真理子がパワーポイント版として途中まで製作したものを山田、中溝(授業者)、山本でまとめ直した。
- 授業は6年生担任の中溝斉が行い、実験準備や記録を山田が行った。

2012/8/28

10

これは、現在、編集作業を進めている書籍『放射線ってなんだ』による授業プランで山本海行が作成したものです。パワーポイント版は、小林真理子さんが中学校での授業用に作成途中のものを、私、中溝(授業者)、山本でまとめ直したものです。

授業プラン

「霧箱と放射線—原子より小さな世界へ—」

【問題】霧箱の中から放射線が出る石を取りのぞきます。空っぽの霧箱の中に放射線の「雲」はできると思いますが。

- 予想
- ア. 放射線の雲はできない。
 - イ. とどき放射線の雲ができる。
 - ウ. たくさんの放射線の雲ができる。



子どもたちの予想分布はどうだったでしょうか？

2012/8/28

11

この授業プランの中に「霧箱の中から放射線が出る石を取りのぞきます。空っぽの霧箱の中に放射線の雲はできると思えますか」という問題があります。さて、子どもたちの予想分布はどうだったでしょうか。皆さんは、さきほどの山本の講演で正解が分かっていると思います。

【問題】

霧箱の中から放射線が出る石を取りのぞきます。空っぽの霧箱の中に放射線の「雲」はできると思いますか。

予想

- ア. 放射線の雲はできない。 ……9人
- イ. ときどき放射線の雲ができる。 ……22人
- ウ. たくさんの放射線の雲ができる ……6人



2012/8/28

12

子どもたちは、すでに自然放射線の測定をしているので「ときどき放射線の雲ができる」という予想が約6割になりました。しかし、放射線源になる意志がなくては「放射線の雲はできない」と考える子が9人もいます。一方、「たくさんの放射線の雲ができる」と予想した子は6人と最小です。

【質問】ラドンから出てくる放射線の粒を、水分子の横に置いたらどれぐらいの大きさに見えると思いますか。想像でいいので予想してみましょう。



教師：「これが1億倍の水分子だね。これの隣にラドンの放射線をかくとしたらどれくらいだろう？」

- 水分子と同じ ……1人
- 水分子の半分ぐらいの大きさ…3人
- ペン先で書いた点ぐらい…多数
- もっと小さい…多数
- その他 水分子より大きい…1人

2012/8/28

13

また、ラドンから出る放射線の粒を予想する問題もあります。授業では、発泡スチロール球を使った1億倍の水分子の模型を子どもたちに見せました。子どもたちは《もしも原子が見えたなら》の授業で、すでに水分子の模型にはなじんでいます。粒として放射線のイメージを形成するための問題です。

霧箱の観察



暗幕を引いて暗くした方が見やすい。

照明は白色LEDランプ



2012/8/28

14

この授業と霧箱による自然放射線の観察は、コンピュータ室で行いました。

放射線の飛跡の観察は、暗幕を引いた暗い教室の方が見やすいからです。また、霧箱の中を照らすライトは、市販の白色LEDランプを使用しました。明るい物の方がよいのですが、百円均一の店で売っている物でも見えます。霧箱もは、すべて百円均一の店で売っている物で作ってあります。科学教育

の普及には、普通教室やせいぜい理科室程度の実験装置で行うことができる、ローテクの実験で構成できることが大切だと考えています。

3. 子どもたちの授業評価と感想

授業書案<放射線とシーベルト>第1部「放射線を測ってみよう」に続いて、授業プラン「霧箱と放射線ー原子より小さな世界へー」を終了したところで子どもたちに授業の評価と感想を書いてもらいました。

子どもたちの授業評価・感想

【評価A たのしさ】		【評価B わかったか】	
5:とても楽しかった	21人	5:とてもよくわかった	14人
4:楽しかった	13人	4:わかった	21人
3:楽しくもつまらなくもなかった	2人	3:どちらともいえない	2人
2:つまらなかった	1人	2:よくわからないところがあった	1人
1:とてもつまらなかった	0人	1:わからなかった	0人

・【評価A たのしさ】も【評価B わかったか】も5と4の合計は約9割。

→ 定評のある仮説実験授業の授業書への評価に近い結果！

・なぜ「たのしさ」を授業成立の評価の指標にするのか。

・「生きていくために一番大事なことは、自分自身の主体性を確立すること」
飯倉幸直『仮説実験授業の研究論と組織論』飯倉社

・何が楽しいかは、他人には決められないこと……『楽しさの主体性』

・子どもたちにとっても、先生にとっても楽しい授業。

2012年3月

15

子どもたちの評価は、「とても楽しかった」と「楽しかった」、「とてもよくわかった」と「よくわかった」の合計が、どちらも9割以上と、高い支持を受けたことがわかりました。

この評価は、仮説実験授業の定評のある授業書に対する評価に近い結果です。

評価で「つまらなかった」をつけた子が1人いますが、その子は予想が外れるとつまらなくなってしまう、こだわりの強い子でした。その評価の理由を聞いてみたところ、「放射線を測ろう」の段階では、予想が当たったので「とても楽しかった」という評価をしていたものの、「霧箱と放射線」では予想が外れてばかりいたので「つまらなかった」ということでした。また、「よくわからないところがあった」をつけた子は、「ラドンがどこから来たのか知れたかった」ということでした。担任は良い疑問を持ったことを褒め、その子にラドンの由来について話しました。

4. 「楽しさ」を授業成立の指標にすること

私達が、「楽しさ」を授業成立の指標とするのには理由があります。それは、「生きていくために一番大事なことは、自分自身の主体性を確立すること」だと考えるからです。言い換えると「自分の頭で考え、判断する子どもを育てたい」のです。それは、「騙されない人を育てたい」ということでもあります。

そして、「何が楽しいかは、他人には決められないこと」です。つまり、＜楽しさ＞は、その人にしか決められない最も大切な主体性を表す価値だということです。私はそれを＜楽しさの主体性＞と名付けています。

仮説実験授業の際だった特徴の1つに「子どもたちにとって」のみならず、「先生にとっても楽しい授業」であることが上げられます。教えるに値する教育内容は、教えている者自身の知的好奇心も喚起します。その授業書案を作成した教師でなくても、その授業を実施するために授業書案の問題を考えることで、教える内容に対する興味や問題意識が発展し、教師自らが学び始めます。そして、授業をするときに、自分が初めてその問題を考えて予想が当たったり外れたりしたことに重ね合わせて、子どもたちの考えを聞くとワクワク、ドキドキして授業をすること自体が楽しくなるのです。

それは、多くの人の常識的な認識と対立する実験結果をもたらす問題をみつけ、構成される仮説実験授業の方法と内容がもたらす成果です。

出席番号	性別	氏名	評価A	評価B	学習をして「放射線」について、どのようなイメージや考えをもちましたか。	いろいろな場所や物の放射線を「はかるくん」で測定して、思ったことを書いてください。	この授業について思ったことや感じたことを自由に書いてください。
1	男	池田	5	5	すごくあつると有害な物質になるけれど、地球上には、放射線はあるけれどそんなになかった。	コンクリートの建物の中と外で図つたら中の方がたかいところがびっくりしたし、トンネルも放射線があつたので、コンクリートからも放射線が出ていることがびっくりした。地球どこでもあつることがびっくりした。	ぜんぜん最初は知らなかったけど、この勉強をして、すごくわかったし、ウラン鉱から放射線が出ているのがびっくりした。コンクリートから出ているのもびっくりした。
8	男	大塚	5	5	前は原子力発電所のことなど、こわい物質だと思っていたが、身近な場所にあるので、こわいイメージはなくなった。放射線は身近にもあつるが、宇宙にもあつるからとても広い存在だと思った。	室内は、思ったより放射線のあたいが強かつたのでおどろいた。	放射線のことがよくわかつた。放射線は場所によって量がちがうので、おもしろいと思つた。放射線が高い場所は色々なので、もっとわしく知りたいと思つた。
24	女	鈴木	5	5	なんか最初は危けんまい感じがしたけど自然なものなんだなって思つた。うちのババに話したらものすごく分子や原子のときも興味をもつていけ。	プリントより数ちが高かつた。	海の方が強いと思つていけけど陸の方が強かつたりかして、びっくりした。フドン原子のこともよく分つたし、なにが分つたかという原子の中にさらに小さいものがあると思うと、なんかすごく興味もつて楽しかつた。
32	女	富田	5	5	最初は少しでも放射線があつると、人に悪いと思つていたが、実際に学習してみるとそんなことはなく、すごい量の放射線がないと人間に害がないことが分かつた。東日本大しんさいで「放射線」という言葉を聞いて不安になつたが少し安心した。	特別な場所(東日本大しんさい)にしかないと思つたらわたしたちが生活しているフリーの所にもあつた。おどろいた。	知らないことがたくさんあつたけれど、知れてよかつた。放射線に興味をもつたので一度でいいから放射線を見てみたいと思つた。最後には放射線が見られたのでよかつた。思つたより「キレイ」で初めて見たので感動した。石を見てみると小さくて、あんな小さい物からも放射線が出ているのかあーとおどろいた。世界にはまだまだ知らないことがあるけど、この授業のおかげで世界に興味もつた。楽しく勉強ができてよかつたです。おもしろかつたー♪☆

2012/8/28

16

子どもの感想文から

・最初は少しでも放射線があると、人に悪いと思つていたが、実際に学習してみるとそんなことはなく、すごい量の放射線がないと人間に害がないことが分かつた。東日本大しんさいで「放射線」という言葉を聞いて不安になつたが少し安心した。

・知らないことがたくさんあつたけれど、知れてよかつた。放射線に興味をもつたので一度でいいから放射線を見てみたいと思つた。最後には放射線が見られたのでよかつた。思つたより「キレイ」で初めて見たので感動した。石を見てみると小さくて、あんな小さい物からも放射線が出ているのかあーとおどろいた。世界にはまだまだ知らないことがあるけど、この授業のおかげで世界に興味もつた。楽しく勉強ができてよかつたです。おもしろかつたー♪☆

2012/8/28

17

子どもたちの代表的な感想文をいくつか示します。

代表的な感想文として引用したもののから「放射線についてのイメージや考え」と「授業について思ったことや考えたこと」を自由に記述してもらつたものです。

この感想を読むと子どもたちの放射線についての漠然とした不安感、そして、放射線の飛跡を見ることができたことの感動がよくわかります。「世界にはまだまだ知らないことがあるけれど、この授業のおかげで世界に興味もつた」と書く、知的好奇心にあふれた子どもの素晴らしい姿に私自身も感動しました。

5. 終わりに

山本海行さんが作成した原案に基づいた授業プランを授業科学の1つの仮説(子どもた

ちが放射線について原子論に基づいたイメージを形成し、楽しく学ぶことがでできること)だとすれば、私達の授業は検証実験の1つです。この試みが他の学級や他の教師による授業でも再現性があるかどうかは、今後の検証を待たなければなりません。仮説実験授業の研究に携わる仲間から、すでに実験授業の申し出があります。また、私達自身、核物理学入門教育として現在のプランを増補・改訂する必要を感じています。私達の報告に対する研究会参加者の意見を参考にして、子どもたちの笑顔が増える授業プラン作成のために精進したいと思います。

6. 謝辞

授業実施を快く引き受け、霧箱作成や予備実験を共に為し、授業記録資料も作成してくださった中溝斉さんに感謝します。また、パワーポイント版授業書案を作成し、小学生版への改訂や霧箱の準備に惜しみなく協力してくれた小林真理子さん、山本海行さんにも感謝します。さらに発表の機会を与えてくださった今回の研究会スタッフの皆さんにも深く感謝いたします。

7. 文献

- ・平林浩「<もしも原子が見えたなら 空気といろいろな気体> ー授業書と解説ー」『仮説実験授業研究 第1集』仮説実験授業研究会編，仮説社，1974
- ・板倉聖宣『新版 もしも原子が見えたなら』仮説社，2008
- ・板倉聖宣『たのしい授業の思想』仮説社，1988
- ・山本海行『放射線とシーベルト』仮説実験授業研究会内限定出版，2011

印刷配付資料 1 「放射線とシーベルト(西村寿雄:版)」第1部 授業記録

愛知 知多たのしい授業研究会 中溝 斉

2012年8月1日

1 放射線入門教育について

2011年3月11日の福島第1原発の事故により、放射線の被害が福島県のみならず、全国各地で心配される事態となりました。それまで聞き慣れなかった〇〇シーベルトや△△ベクレルという単位が、毎日、新聞やニュースで見られるようになりました。

文科省は2012年4月に放射線に関するパンフレットを全国の小学校に配布しましたが、現場は、「こんな難しいことをどうやって小学生に教えればいいのか。」と戸惑い、僕の学校では、「とりあえず指示があるまで担任が保管する」ということになりました。だれも、どのように教えたらいいのが分かっていないのです。そして、<放射線・放射能は、怖いもの・恐ろしいもの><たくさん浴びると癌になったりして死んでしまう>くらいのことしか知らない自分にも愕然としました。

これでは、何も教えられないなと思い、図書館で初心者向けと思われる本を数冊読みました。何冊か本を読んでいると、自然に存在する放射線というものがあることが分かりました。世界中では平均すると年間で2.4 mSvの放射線を受けているというのです。初めて知った事実でしたが、ぴんときません。放射線というのは、原発が事故を起こして漏れ出たり、レントゲン写真を取るときに浴びたりしてしまうもので、普通は私たちが触れてはいないものだと思っていましたから、放射線が自然にあるということが実感できないのです。

しかし、僕自身は、この「放射線とシーベルト」の授業プランを通して、自然放射線が存在するということを理解し、そこを足がかりに放射線と安全という問題を考えることができるようになりました。ですから、放射線教育入門は、科学的な事実として、<放射線は身近にあるんだ>ということを知り、<私たちは放射線と共に生きているんだ>ということを実感し、<放射線ってこういうものなんだ>という大まかなイメージを作ることができれば、放射線の安全性に対する判断の尺度を作ることができるのではないかと思います。

人によって様々な状況があるので、放射線に対してどう判断し、行動するかは、それぞれ違ってくるのは当たり前です。だからこそ、放射線教育は、一人一人が行動するときの判断の基礎を作る内容であることが必要であると考えます。

2 授業プラン〈放射線とシーベルト〉「西村寿雄：版」について

もともとの授業プラン〈放射線とシーベルト〉は、仮説実験授業研究会の山本海行さん（静岡県・高校教員）が作成したものです。しかし、山本さんのプランは、中高校生以上が対象で小学生が学ぶには難しいと思いました。そこで、大阪在住の仮説実験授業研究会の西村さんが、山本さんの楽しい部分はできるだけ利用し、小学校や地域での科学教室等で使えるように再編したものを今回の授業では使用しました。

西村案は、「第1部 放射線を測ってみよう」（主に山本海行プラン）と「第2部 放射線の危険性と未来のエネルギー」（西村+高村プラン）に分かれていましたが、今回は、自然放射線の存在を知ることにより力点を置き、他に「霧箱と放射線」というプランを実施するために第2部は実施しませんでした。

3 授業記録

実施学級：愛知県大府市立共長小学校 6年2組

実施日：2012年7月10日(火)～7月17日(火) 計6時間

授業者：中溝 齊

◆第1回 7月10日(火) 第5時 (2人欠席)

第1部 放射線を測ってみよう

〔質問1〕

あなたは放射線や放射能という言葉を知っていますか。みんなの知っていることを出しあってみましょう。

中溝：意味は知らなくても、耳にしたことがあるという人？……。全員ですか……。佐藤さんは、初めてですか？

佐藤：聞いたことはあるけど、意味は知らない。

中溝：聞いたことはあるんだ？堀さんは？

堀：聞いたことはある。

中溝：全員、言葉としては聞いたことがあるんだ。

??：ニュースとかで聞いたことがある。

中溝：聞いたことがある人は、どんなことでもいいので、間違っていないので、知っていることを話してください。

大森：福島原発の事故のニュースで、「放射能が何万シーベルト出た」とか言っていた。

柴垣：どんなことかは分からなかったけど、新聞に書いてあった。

高澤：地震の後、福島県で原発の事故があって放射性物質が出たから、放射線のある測定値を超えると危険だから、避難しなくちゃいけないとか…。

中溝：今言ってくれたようなことをニュースなどで聞いたことがある人？(ほとんど全員が手を上げる) あー、ほとんどみんなだね。

大森：放射線の濃度が高かったら、そこが警戒区域になったり立ち入り禁止区域になったりする。人間に害がある。

大久保：そういうところで作っていた農作物と家畜とかが食べられなくなって、そのまま放置されている。

大塚：放射線は空気中にもある。

??：放射性原子とか

中溝：こういうマーク見たことある？



??：映画で見たことがある。

??：看板で……

大森：原発の近くで。

中溝：P2「放射線と放射能」を読む。

放射線と放射能

いまから 100年あまり前の 1896年のことです。フランスの科学者アンリ・ベクレルは、鉱物の〈ウラン〉から、〈それまで全く知られていなかった目に見えない光のようなもの〉が出ていることを発見しました。

その〈ナズの光のようなもの〉は、ウランのかたまりのまわりから四方八方（放射状）に出ており、しかもまわりにあるものを通りぬけてしまうことがわかったのです。

その後〈ナズの光のようなもの〉は、〈放射線〉と呼ばれるようになったのです。

〈放射能〉という言葉は、「放射線を出す能力」のことです。

放射線は目に見えなくて、体に感じることもできませんが、特別な測定器具を使うと測ることができます。



ウランを含む鉱物

中溝：（「ウランを含む鉱物」の写真を見せる）ここから目に見えない光が出ている不思議な石なんです。普通の光は、遮っちゃうと向こう側に届かないね。でも、これは通り抜けて届くんだ。車のライトとか懐中電灯は光っていると見えるでしょ。でも、これは見えないんだ。たとえば、古賀さんが放射線を出すと、古賀さんには放射線を出す能力がある、放射能がある、と言えるんだ。今、風は吹くと「風が吹いているなあ」と感じるけど、放射線は体に感じないんです。そこで、放射線を測る装置をたくさん借りてきました。

中溝：P3「放射線を測る」を読む。

放射線を測る

これは放射線を測る道具です。スイッチを入れると、たとえば 0.045といった数字があらわれます。それが、その場所での放射線の強さなのです。数字の横に「 $\mu\text{Sv/h}$ 」という小さい記号があります。

これは、「マイクロシーベルト まいじ」

μ Sv /h (毎時)

と読みます。1時間に受ける放射線の量を示しています。



「シーベルト」というのは、放射線によって〈人間の体がどのくらい影響を受けるか〉というどあいを表す単位です。

「シーベルト」にミリやマイクロをつけた単位をよく使います。「マイクロシーベルト毎時」とか「ミリシーベルト毎年」などです。

「ミリ」は 1/1000、「マイクロ」は 1/1000000 (1/1000×1000) という意味です。

中溝：(単位 $\mu\text{Sv/h}$ を読む練習) μ ^{マイクロ} といのは ^{ミリ}m の千分の1 だからものすごく小さい。 μ ^{マイクロメートル}m と言ったら、1mm を 1000個に分けた一つ分だからすごく小さいんだ。

〔質問 2〕

これまでに多くの方が日本の各地で放射線を測っています。結果はどうだったと思いますか。
放射線というのは特別な場所以外はほとんど出ていないのでしょうか。それともどこにでも出ているものなのでしょうか。
予想を出しあってみましょう。

中溝：みんな、福島原発の事故があって放射線がどうたらこうたらと言っていたけど、そういうふう
に放射線は特別な場所から出ているのか、それとも日本中から出ているのだろうか？ さあ、どっ
ちだろう。

<予想分布>

ア．放射線は特別な場所から出ている。…… 1 2 人

イ．放射線は日本中どこにでも出ている。… 2 6 人



*○付数字は予想変更した人数

<アの理由>

山田：前のページにある放射線を出すウランという石の写真があるけど、それが見つからなかったとい
うことは、普通の場所にはないんじゃないかな。

<イの理由>

大森：ニュースで、福島県で放射線が一定の量を超えると危険だと聞いたから、一定の量というのは、
少ない量というのは、どこにもある。

高澤：福島原発の事故で、放射線が一定の量を超えて危険だということだけど、一定値以下なら大丈
夫ということは、もともと放射線は日本中どこにでも普通にあるということだと思う。

野上：ぼくは、日本中どこにでもないとおかしいとなんとなく思いました。

大久保：基準値があって、そこを超えると危険だということは、基準値を超えないところはいくらでも
あると思う。

大森：前のプリントに $0.045 \mu\text{Sv}$ と書いてあったから。

高澤：3 ページに、 μ というのは 100 万分の 1 と書いてあるから、そんなに少しの量だったらどこに
でもあると思う。

佐藤：2 ページに「ウランを含む鉱物」って書いてあるから、そこらにもウランがあるんじゃないかな
ーと思って。

大森：2 ページに、「放射線を測る」と書いてあるから、測ることができるということは（どこにでも）
あるということだと思った。

大久保：先生が今から測るって言ったから、絶対にあるんじゃないの。なかったら測らないんじゃない
の。

野上：実験だからわからないんじゃないの？

中溝：そうだね。ないってことを証明するかもしれないね。

<予想変更>

古賀：イからアに変更する。理由は、なんとなく。

<実験>

中溝：それでは、まずプリントで確かめます。（P5「日本各地の放射線」を読んで各地の放射線量を確

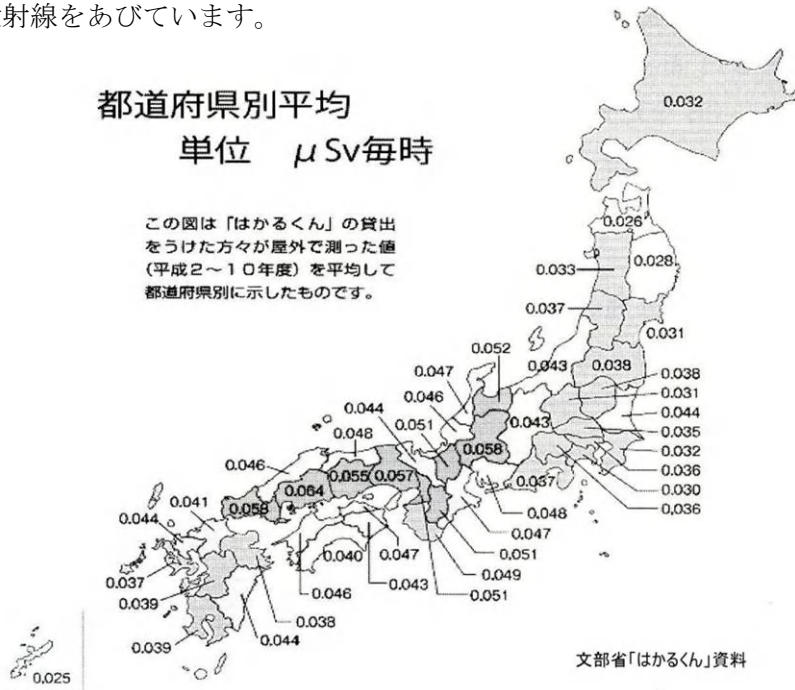
認しました。)

日本各地の放射線

下の図は、都道府県別で測った放射能の強さです。放射線はどこでも出ていて、私たちはいつでも放射線をあびています。

都道府県別平均 単位 μSv 毎時

この図は「はかるくん」の貸出をうけた方々が屋外で測った値(平成2~10年度)を平均して都道府県別に示したものです。



地図を見てみましょう。

放射線はどこで測っても0にはなっていません。

私たちの周りには、どこへ行っても放射線があるということになります。この地図の平均はだいたい

0.04 μSv 毎時 (マイクロシーベルトまいじ)

になります。いったい、この放射線はどこから出ているのでしょうか。

中溝：愛知県はどれだけ？

??：0.048 μSv 毎時。

中溝：東京はどう？

??：0.036 μSv 毎時。

中溝：北海道は？

??：0.032 μSv 毎時。

中溝：鹿児島県は？

??：0.039 μSv 毎時。

中溝：沖縄は？

??：0.025 μSv 毎時。

中溝：いったいこの放射線はどこからきているのでしょうか?となっています。このことはあとから分かりますが、ちょっと気にしてください。

中溝：それでは、ここで「はかるくん」を配るので実際に教室内の放射線を測定してみましょう。

(「はかるくん」の使い方の説明をする。)

中溝：じゃあ、実際に測定してみましょう。

- 1班 0.073 0.082
- 2班 0.076 0.067
- 3班 0.073 0.058
- 4班 0.075 0.074
- 5班 0.086 0.062
- 6班 0.075 0.076
- 7班 0.078 0.072
- 8班 0.064 0.071

中溝：教室では、0.058から0.086の範囲だね。

◆第2回 7月10日（火）第6時（2人欠席）

〔質問 3〕

地上の放射線は太陽からも出ています。

それでは〈日なた〉と〈日かげ〉とでは、どちらの放射線のほうが強いと思いますか。

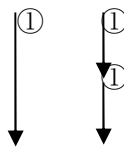
中溝：太陽からも放射線が出ているということですが、日なたと日陰ではどちらが放射線が強いかという質問です。後から運動場に出て、日なたと日陰で測定をしてもらいます。

<予想分布>

ア. 〈日なた〉の放射線のほうが強い。… 26人

イ. 〈日かげ〉の放射線のほうが強い。…… 5人

ウ. どちらも同じくらい。…………… 7人



<イの理由>

河村：なんとなく。

村山：見えない光だから、日なたの方が強いと思ったけど、それだと普通すぎるから、あえて日陰が強いかなと思った。

佐藤：沖縄は暑いから日なたが多くて、北海道は雪が多くて雲が多いから日陰が多いと思って、5ページの地図を見ると、北海道は0.032 μ Svで、沖縄は0.025 μ Svだから、日かげが強いと思った。

大塚：佐藤さんと同じ理由で、地図を見て考えた。

<ウの理由>

野上：日なたも日陰もどちらも同じようなものだから。

大森：放射能というのは、物があっても通り抜けるというから、日陰は光が通り抜けられないから影になるけど、放射能は物があっても通り抜けるから変わらないと思った。

貴大：なんとなく。

千恵：普通に考えるとアになるけど、資料を見るとアだと違うからイに思えて、どっちだか分からないからウにしました。

<アの理由>

高澤：太陽って紫外線が出ているから、その中に放射線が混じっていたら日陰より日なたが放射線が強

くなると思っ

戸塚：ウラン鉱は光を出すって書いてあったから、同じように太陽も光を出すから。

<予想変更>

松本：アからウに変える。大森さんの意見の、放射線は物を通り抜けるということで。

浦岡：アからイに変える。さっきの地図を見たら屋外って書いてあって、さっき日陰の教室ではなかったらそれよりもずっと高かったから。

大久保：イからウに変える。千恵さんの意見を聞いてなるほどなあと思った。

<実験>

中溝：P7の写真を紹介し、お話「日なたと日かげ」を読む。

日なたと日かげ

じっさいに、日なたと日かげで測ってみると、放射線の強さはどうでしたか。

ある人が測ると次の通りでした。



日なた (0.033, 0.026)



日かげ (0.025, 0.035)

平均すると

日なたでは 0.03 μ Sv毎時 (マイクロシーベルトまいじ) 前後

日かげでも 0.03 μ Sv毎時 (マイクロシーベルトまいじ) 前後

どちらも、ほとんど同じでした。

太陽は強い放射線を出していますが、それがそのまま地上の私たちに降りそそいでいるわけではありません。

中溝：結果として、だいたい同じくらいだということが分かります。

[質問 4]

それでは、コンクリートの建物の中と建物の外 (運動場など) とでは、どちらのほうの放射線が強いと思いますか。

??：このときの天気はどうなんですか？

中溝：天気は関係なく考えます。晴れていても曇っていてもどうか？ということです。

<予想分布>

ア. コンクリート建物の外のほうが強い。… 10人

イ. コンクリート建物の中のほうが強い。… 13人

ウ. どちらも同じくらい。…………… 15人

<アの理由>

高澤…コンクリートの中だったら、窓が開いていたら（放射線が）どんどん出ていっちゃうけど、外だったらどんどんと新しいのがやってくる。

大塚…前になんかで聞いたんだけど、コンクリートが30cmくらいあったら放射線を跳ね返せるから、中よりも外の方が強いと思う。

野上…なんとなく。

池田…コンクリートだと放射線をはじくと思ったからです。

<イの理由>

戸塚…さっきの質問3の答えで、日なたと日陰がどちらも0.03 μ Svくらいだったけど、さっき教室で測ったら0.07 μ Svくらいだったから、建物の中の方が高い。

佐藤：コンクリートの中に放射線の物質が入っているかもしれないから。

大森：ずっと前にニュースで、コンクリート製の用水路から高い放射線が検出されたって聞いたから。

大塚：僕はアだけど、それは、原料が放射線が高いもので作ったから放射線が高かったんだよ。

戸塚：もしかしたら、コンクリートの素材がウランかもしれないから放射線が高い。

??：それはないでしょ。

堀：ウからイに変わりたい。さっきの教室ではかったら0.086 μ Svだったけど、さっきの外の写真だと0.033 μ Svだったから室内の方が高いから。

<ウの理由>

山田：放射線は通り抜けると書いてあったから、放射線はコンクリートを通り抜けるから中でも外でもいっしょだと思った。

村山：放射線は通り抜けるし、中というのは日陰だけど、日なたでも日陰でも同じだったから、コンクリートの建物の中も外も同じことだと思う。

<討論>

大塚（ア）：付け足しで、さっきコンクリートの厚さは30cmと言ったけど、もっと厚かったかもしれないから、この建物だとそんなにコンクリートが厚くないから、あんまり外も中も関係ないかも。

大森（イ）：コンクリートの建物だと、外から入った放射線が抜けるんじゃなくて、中にとどまっているかもしれないからイだと思う。

<予想変更>

なし。

<実験>

運動場の真ん中辺りで「はかるくん」を使って測定すると、グループによってバラつきはありましたが、日なたと日陰では、ほぼ同じでした。測定値も0.05～0.06 μ Svぐらいで、教室での測定結果と比べると0.01 μ Svぐらい測定値が低いので、コンクリートの建物の中の方が高いということが分かりました。

*この後に、P.9にお話「建物の中と外の放射線」があったのですが、運動場で測定して教室にもどると授業時間が終了してしまいましたので、次回の最初に読むことにしました。

◆第3回 7月11日(水) 第3時

中溝：お話「建物の中と外の放射線」を読む。

建物の中と外の放射線

ある人が学校の建物（コンクリート）の中と外の放射線を測ると次の通りでした。



室外(0.031, 0.031)



室内(0.071, 0.089)

室外は両方とも 0.031 μ Sv毎時（マイクロシーベルトまいじ）、
室内は0.071 μ Svと 0.089 μ Sv毎時（マイクロシーベルトまいじ）

でした。建物の中の方が、放射線が強くなります。

これは、コンクリートの原料に放射線を出す物が少し入っているためです。木でできた建物の場合は、部屋の中と外ではほとんど放射線の強さには違いがないのがふつうです。

それでは、ほかの場所では放射線はどうなっているのでしょうか。もう少し、調べてみましょう。次の質問です。

〔質問 5〕

こんどは、海の上と陸の上です。

海上と陸上とで測ったら放射線はどちらが強いと思いますか？

??：えー??

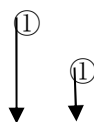
??：海っしょ！

<予想分布>

ア 海上の放射線の方が強い。… 2 1 人

イ 陸上の放射線の方が強い。… 1 0 人

ウ どちらも同じくらい。…………… 9 人



<ウの理由>

石津：なんとなく。

堀：物を通り抜けるから、海の中も放射線が通り抜けるから同じだと思う。

佐藤：海でも陸でも外は外で同じだから。

<イの理由>

内海：陸よりも海の方が深いから。

山田：陸のほうが放射能を持っている物が多いから。

高澤：5ページの地図の結果、だいたいけど、色が濃いところ（放射線量が比較的高い値を示している）は海に面していない県が多いから。それと、海の中では、物を通す光といっても少しは遮っちゃうんじゃないかと思って。

丈人：海の方が空気を土よりも通さないと思うから、空気に放射線が混じっていたら海の中には放射線が入らないし、陸上は空気がいっぱいあるから。

中溝：念のために言うけど、海の上と陸の上なので、海の中にもぐったりはしないで船の上のって測ります。

<アの理由>

大塚：雨の中に放射線が混じっていて、それが海に流れ込むから。

野上：今まで一度もアの正解が一度もなかったから。

大森：海だと福島の放射能が流れてくるから。それに海の方が光に面している部分が多いから。

佐藤：雨の中に放射線が混じっていて、それが海の中に入って、さらにそれが蒸発して海の上に出るから。

<予想変更>

野上：アからウに変える。イウイウとくるかもしれないから。

大久保：イからウに変える。大森さんが、海の方が光に面している部分が多いからといったけど、光の多い日なたでも、光の少ない日陰でも一緒だったから。

<実験>

海の上で測った写真を見せる。

??：えーっ!!!

中溝：運動場でみんなが測ったときに写真の陸上と同じように0.05 μ Svくらいだったけど、海はなんと0.005 μ Svくらいと桁違い少ないんです。

陸上と海上の放射線

じっさいに、放射線を測りながらフェリーで海をわたってみました。



←陸上 0.054 μ Sv毎時
(マイクロシーベルトまいじ)

海上 0.005 μ Sv毎時→



(マイクロシーベルトまいじ)

このとき、陸上では $0.054 \mu\text{Sv}$ 毎時 (マイクロシーベルトまいじ) ほどでした。フェリーが出発して陸から離れていくと、放射線はどんどん弱まっていきました。

そして海の上では $0.005 \mu\text{Sv}$ 毎時 (マイクロシーベルトまいじ) と、かなり弱くなりました。陸にあがるとまた放射線の強さはもとにもどりました。

海上では放射線が弱いのです。湖や大きな川の上でも放射線は弱くなります。

[質問 6]

それでは、トンネルの中で放射線を測るとどうでしょうか。トンネルの中で放射線を測ると、トンネルの外よりも放射線は強いのでしょうか。

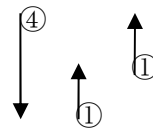
<予想分布>

トンネルの外と比べて

ア トンネルの中の方が放射線は強い。…………… 27人

イ トンネルの中の方が放射線は弱い。…………… 0人

ウ トンネル内も外も放射線の強さはかわらない。… 12人



<ウの理由>

優名：前の実験で、日なたと日陰がどっちも変わらなかったから、トンネルの外と中も同じだと思った。

村山：優名さんと同じ理由です。

高澤：放射線は物を通すから中も外もあんまり変わらないと思う。

丈人：トンネルの中は、放射線が物を通り抜けるというのものもあるけど、風も吹き抜けるから外にあったものが中に入ってくるから同じだと思う。

金子：勘です。

<アの理由>

佐藤：山の中に放射線を出すものがあるから。

大森：放射線を出すウランという鉱物があったけど、鉱物は山の中でとれるから放射線がたくさんあるし、コンクリートの建物は放射線が高かったから、トンネルも放射線を留めている。

木全：山に放射線を出す鉱物があると思ったから。

池田：質問4でコンクリートの建物の中の方が放射線が高くて、トンネルもコンクリートで作られているから。

野上：池田さんと全く同じです。

大塚：大森さんたちと同じで、コンクリートの建物の中の方が放射線が高かったからトンネルの中も高いと思った。

山田：大森さんと佐藤さんに付けたしだけど、トンネルの中は地面とコンクリートだけだから土に付けたしていけばいいと思ったから。

<予想変更>

堀：アからイに変更する。前、大塚さんが言っていたようにコンクリートは厚いと放射線を防ぐので、トンネルのコンクリートはかなり厚いので中は放射線が低いと思う。

戸塚：アからイに変更する。トンネルは中は暗いから、放射線は通さないから。

高澤：ウからイに変更する。堀さんの言ったように少しは放射線を通さないというのもあるけど、トンネルには出入り口があるから、そこから出て行っちゃうんじゃないかなと思って。

野上：アからイに変更する。堀さんたちの言っていること納得できたから。

大塚：アからイに変更する。中が強かったら前と同じだから、同じことを何回も繰り返すことはないと思ったから。

佐藤：反対意見を言ってもいい？

中溝：いいよ。

佐藤：僕はアなんだけど、イトウの人達に意見を言いたい。さっき配った9ページのところに「コンクリートの原料に放射線を出す物が少し入っている」と書いてあって、トンネルはコンクリートでできているから、少しは放射線を遮るかもしれないけど、コンクリートから放射線が出るから、高いと思う。

?? そうなの？

?? どうしよう？

?? 目には見えないけど光だからなあ・・・。

大塚：イからアに戻る。佐藤さんの意見を聞いて確かにそうだなあと思ったから。

野上：いろいろと納得のできる意見だし・・・。

<実験>

中溝：トンネルの外と中でそれぞれ「はかるくん」で測定した写真をみせました。

中溝：トンネルの外で測ったら、 $0.035 \mu\text{Sv}$ 。同じ人がトンネルの中で測ったら $0.091 \mu\text{Sv}$ でした。もう一つの「はかるくん」で測ったらトンネルの中は、なんと $0.131 \mu\text{Sv}$ でした。だいたい、トンネルの中は、外と比べて3～4倍くらいですね。

*この日も写真を見せたら終了時間になったので、お話「トンネルの中の放射線」は次回にしました。

◆第4回 7月12日(木) 第3時 (1人欠席)

中溝：「トンネルの中の放射線」の話を読む。

トンネルの中の放射線

トンネルの外と中の放射線をはかってみました。



←トンネル外

$0.035 \mu\text{Sv}$ 毎時)



トンネルの中→

$(0.091 \mu\text{Sv}$ 毎時)

トンネルの外では、 $0.035 \mu\text{Sv}$ 毎時 (マイクロシーベルトまいじ) だったのが、トンネルの中にしばらくいると $0.091 \mu\text{Sv}$ 毎時 (マイクロシーベルトまいじ) まで強くなりました。

このようにトンネルの中では外よりも放射線が強いのが普通です。

【質問7】

それでは、私たちが浴びている放射線はどこから来ている
と思いますか。

佐藤：石から放射線は出ている。ウランを含む鉱物というものがあるんだから、普通の石にも放射線があるんじゃないかと思う。

野上：空から。何となくそう思う。雨のように空から降ってくる感じ。

大森：水素にくっついてくる。福島原発の水素爆発の後で放射線が増えたから。

戸塚：石じゃなくてコンクリートから出ている。コンクリートの建物やコンクリートでできたトンネルの中では多く出ているし、海の上ではコンクリートが一切ないから。陸上ではコンクリートの床とかあるから。

山田：7ページのところに「太陽は強い放射線を出しています」と書いてあるから、だから明りから出ている可能性もあるから。

高澤：電気そのものから出ていると思う。

戸塚：コンクリートがない海の上でも0.005放射線があったから、太陽からきている可能性があると思う。

大森：テレビとかパソコンの画面。

高澤：空という意見を付け足して、雨に混じってくるんじゃないかなあ。

野上：人間の体から。

中溝：お話「放射線のもとはどこか」とお話「高いところでは」を読む。

放射線のもとはどこか

私たちがあびている放射線は、その多くは〈地球そのもの〉から出ているものです。

地球を作る岩石には放射線を出す物質がふくまれているので、そこから放射線が出ているのです。だから地球の上に住んでいる私たちは、どこにいても放射線をあびています。

海の上や湖の上では、放射線が弱くなっていましたが、これは地球の岩石から出る放射線が水にさえぎられるからです。

地球の深いところで作られる「花崗岩」という岩石は、普通の石より強い放射線を出しています。

下の写真は大阪府下で見られる花崗岩の上で測った放射線の数値です。



0.113 μ Sv毎時

0.284 μ Sv毎時（大阪府大東市・四條畷市） 写真 西村寿雄

これらの岩石ではかなり強い放射線が出ています。

高い所では

では、高い場所へ行くと放射線はどうなるでしょうか。富士山の頂上では、ふもとよりも4倍強い放射線（宇宙線）をあびるそうです。高い山に行くと、地上よりも放射線が強くなってきます。

これは、宇宙からの放射線＝宇宙線が強くなってくるからです。放射線の中には、宇宙や太陽からふり注いでいるものがあります。それを宇宙線と呼んでいます。

しかし、その宇宙線は、地球のまわりの磁力や空気のために地上には少ししか届きません。そのため地上では地球から出る放射線の方が宇宙線より強くなっているのです。

高度1万メートルを飛ぶ飛行機での宇宙線は、地上の100倍も強くなるそうです。

パイロットなど飛行機の乗務員は、週に1回、日本とアメリカを往復すると年間10000 μ Svの放射線をよぶんに浴びることになります。これは、地上に住んでいる人の数倍の放射線の量です。

宇宙に飛び出す宇宙飛行士には、宇宙線をまともに浴びないように、宇宙服などがいろいろ工夫されています。

地球は空気の層や磁力で宇宙からの強い放射線から護られているのです。

<作業>

「はかるくん」を使って、花崗岩*の放射線を測る。 *「はかるくん」のセットのものを使用。

?? : 0.098 μ Sv

?? : 上がっていくよー

?? : 0.092 μ Sv

?? : 0.1 μ Sv いったよー。

[質問 8]

あなたは「ラドン温泉」や「ラジウム温泉」という温泉のあることを知っていますか。〈ラドン〉や〈ラジウム〉は放射線を出す物質で、地下の岩石にふくまれています。

では、この温泉の放射線の強さは、普通の場合にくらべてどのくらいだと思いますか。

中溝：質問ありますか？

山田：ラドンとラジウムってどんなふうに違うの？

中溝：ラジウムという物質です。ラジウムが気体になったものがラドンです。

（これは、間違った説明でした。ラジウムが放射線を出して、ラドンと言う物質＝気体に変化します。）

大森：ラジウム温泉とかラドン温泉とかは、世界にあるのか、日本にあるのか？

中溝：どこにでもあります。この辺だったら岐阜県の中津川市というところにもあるよ。

高澤：測定するときは、お湯の中かお湯の上で測るんですか？

中溝：お湯の上で測定します。湯の中に入れると測定機が壊れちゃうからね。

<予想分布>

ア かわらない…… 6人

イ 2倍くらい… 14人

ウ 5倍くらい… 19人



<アの理由>

高澤：水の上で測ったら少なかったから、放射性物質が岩石に含まれてもお湯の上では普通のところと変わらないと思う。

??：全く同じ理由。

詩織：なんとなく。

<イの理由>

丈人：放射性物質があるから放射線は高いけど、温泉のお湯があつて海上みたいに低くなって2倍くらいだと思う。

戸塚：放射線がある温泉だけど5倍だと多すぎるから2倍くらいだと思う、

<ウの理由>

内海：温泉は、お湯が地下の石を通して出てくるから、石の放射線がお湯の中にでてきて高いと思う。

山田：前にやった「もしも原子が見えたなら」ではラドンとかラジウムとかいう原子は出てこなかったから、普通はそれらはすごく少ないと思う。でも、ラドン温泉とラジウム温泉という名前がついた温泉は、それがたくさんあるんだから、放射線が5倍以上はあると思う。

佐藤：地下の岩石に放射線がたくさん蓄えられているから。

大森：地下から吸い上げているからそれくらいある。

<討論・予想変更>

野上：ウからイに変える。丈人さんの意見が納得できたから。

木全（ウ）：僕はウです。温泉は海ほど深くもないし水が多くないから、放射線を出す物質があれば2倍くらいでは少ないと思う。

内海（ウ）：僕はウで、アの人に反対します。温泉は、地下の岩石からくみ上げているから、その放射線が含まれているから、かわらないというはずがない。

大森：ウからイに変える。途中の放射線を吸い上げるといふことはないから。

高澤（ア）：5ページの地図を見ると、沖縄は放射線量が少ない。暑い沖縄が放射線が低いということは、温泉は温かい水だから、放射線が低くなっていると思う。

内海（ウ）：イに反対します。大森さんが言ったこともあっていると思うけど、上に岩がいっぱいあつて、その間を通ってくると思し、お風呂のある場所にも岩がたくさんあるから。

大森：イからウに変更します。温泉の周りの石に放射線があるから。

<実験>

中溝：お話「測定器を持って温泉に入る」を読む。

測定器を持って温泉に入る

ラジウム温泉は日本各地にあります。

関西では、^{ありま}有馬温泉（兵庫県）や^{みささ}三朝温泉（鳥取県）などがラジウム温泉です。

ラジウム温泉でじっさいに測ってみると、温泉の浴場ではだいたい 0.2 μ Sv毎時（マイクロシーベルトまいじ）でした。



普通の場合の平均 $0.04 \mu\text{Sv}$ 毎時と比べると、5倍ということになります。

また、この温泉旅館の玄関では、だいたい $0.1 \mu\text{Sv}$ 毎時でした。

これも、通常の約2倍の強さの放射線です。

この旅館で働く人は通常より多くの放射線をあび続けていることになります。

◆第5回 7月17日(火) 第3時 (3人欠席)

<作業>

「はかるくん」をつかって、湯の花*の放射線量を測定する。*「はかるくん」のセットのものを使用。

中溝：お話「地球を温めている放射線」を読む。

地球を温めている放射線

地球の内部には放射線を出す原子が含まれています。その放射線のエネルギーが地球を中から温めているのです。

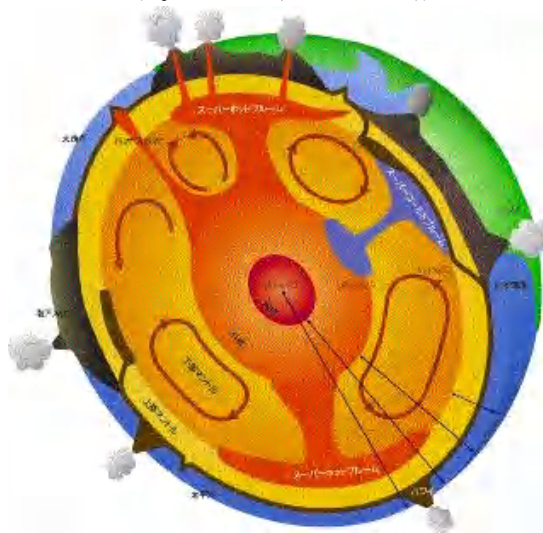
科学者の計算では、地球の中心の温度は5000度にもなるといいます。そのような地球の熱のもとには地中にある原子から出る放射線が作り出しているのです。

地球の内部にある高い熱のため、マントルと呼ばれている固い岩石も少しずつ流れ動いています。その流れによって地球表面の薄い皮の部分(プレート)も動き、陸地や海底も動いています。

そのため、地表にひずみがうまれ地震が起きるのです。

さらに地球内部の熱は表面近くで一部の岩石をとかし、マグマとなって火山を作り出しているのです。

地球の放射線が温泉などにもなって私たちの生活に役立っているのです。



[質問 9]

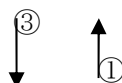
それでは、私たちがふつうに食べている朝食や夕食からも、放射線は出ているのでしょうか。

朝食や夕食で食べる食べものの中に、放射線を出すものがあると思いますか。

<予想分布>

ア 食べ物にも放射線を出すものがある。…33人

イ 食べ物には、放射線を出すものはない。…4人



<イの理由>

高澤：原発の事故で放射性物質が出て、それが食べ物について危険だと言っているから、本来はもともと食べ物は放射線を出していない。

丈人：食べ物自体は出していないけど、砂とか土とかが付いていると出る。だから、食べ物からは出て

いない。

大久保：放射線が出ていたら食べられないから。

木全：農作物って、同じものを畑でたくさん作っているから、放射線が出ていたら、その放射線が高くなって危険な物を作っていることになっちゃう。

中溝：だから、そんな危険のものを作っているわけじゃないから、放射線がない、ということだね。

<アの理由>

山田：なんでも放射線を出すと思ったし、食べ物だって少しは放射線が含まれると思う。「植物は、太陽の光を浴びてでんぷんを作る」って理科で習ったように、植物も太陽の放射線を少しは浴びて、放射線が含まれている。全体的に放射線が出ていると思った。

<討論・予想変更>

大森：アからイに変える。最初、アだと思ったのは、原発の事故で福島の野菜が放射線で汚染されたと考えたからだけど、福島だけではないから放射線は出ていないと思った。それに、たまには少数意見にしてみたかったから。

戸塚：アからイに変える。人間は放射線を出さないから。もし、食べ物から放射線を出していたら、人間も放射線を出しているだろうけど、人間は放射線を出していないから、食べ物には放射線がない。

松本：アからイに変える。食べ物は、放射線を出さないような気がしてきた。

丈人：イからアに変える。山田さんの意見と戸塚さんの意見を参考にした。植物が作ったでんぷんを唾液が違うものに変える作用で、でんぷんに含まれた放射線が体の中に入らないから、人間から放射線が出ていないからといって、食べ物に放射線がないとは言えない。植物が根から水を吸って、葉から出すときに放射線を出すのかなと思った。

堀（ア）：さっき僕とスーさんで「はかるくん」を使って自分を測ったら、 $0.074 \mu\text{Sv}$ から $0.078 \mu\text{Sv}$ に上がったから、食べ物も放射線がある。

松本（イ）：それは堀君だけだー（笑）

佐藤（イ）：堀君に反論。プリントの「はかるくん」で測っている写真を見ると手で持っても上がらないから、人間から放射線は出ていない。

木全（イ）：堀君に反対。ここはコンクリートの建物の中なんだから、もう放射線がそれくらいは普通に出ているから、堀君が放射能を出しているわけじゃない。

大森（イ）：丈人さんが言ったように植物は水を出すときに放射線を出すかもしれないけど、食べ物は植物だけでなく、海の魚だって家畜だってあるから、食べ物は放射線を出さない。

戸塚（イ）：人間と同じように、肉とか魚も元は生き物だから、人間が放射線を出さないのも同じ生き物だった肉とか魚などの食べ物は放射線をださない。

<実験>

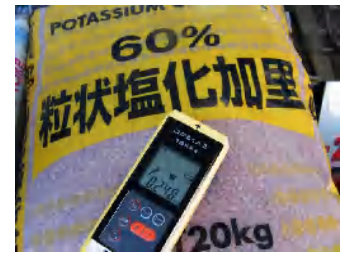
中溝：お話「食べ物の放射線」を読む。

食べ物の放射線

食べ物からも放射線が出ています。私たちが食べるお米・野菜・肉などは、もともと〈生物〉です。生物は地球にある物質を取り入れて成長しますが、そのときに放射線を出すものもいっしょに取り入れているのです。

たとえば〈カリウム〉には、放射線を出すものが少し入っています。カリウムは昆布などの海藻にたくさん入っているの、海藻は他のものより放射線が多く出ていることがあります。

また、肥料には〈カリ肥料〉といって、カリウムが多く含まれたものがあります。カリ肥料も放射線がやや強く、その肥料で育った野菜は、やはり放射性的カリウムを少し含んでいることになります。



科学者の研究では、「私たちが受ける放射線のおよそ1割くらいは、食べ物から出ている」ということです。ただし、食べ物からくる自然の放射線はたいへん少ない量です。もちろん、海藻などから出る放射線も、人の健康が問題になる量ではありません。海藻には健康によい成分がたくさん含まれているので、みんなが食べているのです。

<作業>

カリウム肥料*と塩*の放射線を「はかるくん」で測る。

*どちらも、「はかるくん」のセットのものを使用。

◆第6回 7月17日（火）第4時（3人欠席）

中溝：放射線測定器で測る値は、毎時だから1時間あたりにどれだけ放射線を浴びるかということが分かるけど、放射線の安全基準は、年間、つまり「1年間でどれだけまでなら放射線を浴びても安全ですよ。」というものなので、測定器の値を見てもすぐに安全かどうか分かりませんね。そこで、測定器の数字を1年間だったら大体どれくらいになるかをやります。

それは、測定器の値を10倍して、 μ （マイクロ）を1000倍のm（ミリ）に変えてやるんです。

たとえば、机の上にあるランタン用のマントルはいくつですか？

金子：1.45 μ Svです。

中溝：1.457を10倍して、14.57にして、 μ （マイクロ）をm（ミリ）に変えるんだから、1年間では14.57 m Svを浴びるとい計算になります。

??：うわあー

中溝：1年間に浴びても大丈夫な放射線の量が1 mSvと言われているから、このマントルはその10倍以上の放射線を出しているから、危険だー、大変だー、ということになっちゃうね。でも、このマントルを、起きている時も、寝ている時も、勉強している時も、遊んでいる時も、食事の時も、お風呂に入っている時も、トイレにいる時も、ずっと肌身離さず1年間いたら、14 mSvになるけど、普通はそんなことないね。だから、一時的に放射線が高いマントルがここにあっても大丈夫だね。

教室だと、0.085 μ Svだから、1年間だと、10倍して0.85。 μ （マイクロ）をm（ミリ）に変えるから、0.85 mSvになるね。1年間ずっと、この教室で寝泊まりして1歩も出なかったら0.85 mSvになるわけだから、安全基準の1 mSvを下回っているね。

中溝：読み物「放射線の計算」を読む。

放射線の計算

ニュースなどでは「 μSv 毎時（マイクロシーベルトまいじ）」で発表されることが多いです。「はかるくん」も μSv 毎時で測っています。これらは、「毎時」、つまり〈1時間放射線をあびたとしたら〉という値です。瞬間的な計測です。

しかし、放射線の危険度は「1年でどれぐらいになるか」を基準にすることがあります。これはミリシーベルト（ mSv ）毎年であらわされます。これは積み重なった放射線の量です。

そこで、測定器で測った瞬間的な値を1年分になおすと比べやすくなります。どのようにすればいいのでしょうか。

あたい
毎時の値を一年分になおすには次の方法が便利です。

〈毎時の値に10をかけ、 mSv 毎年とすればいい〉だけです。

$$\mu\text{Sv毎時（マイクロシーベルトまいじ）} \times 10 = \text{mSv毎年（ミリシーベルト毎年）}$$

おおざっぱに知るにはこれで十分なのです。

実際に計算すると $\mu\text{Sv毎時} \times 24 \times 365 \times 0.001 = \text{mSv毎年}$ です。

（1マイクロシーベルトは1/1000ミリシーベルト）

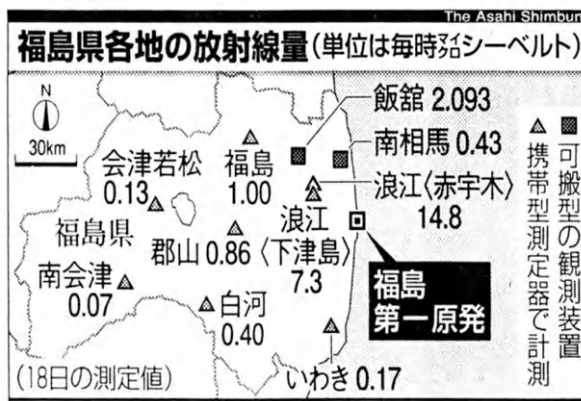
たとえば、2011年3月27日（福島原子力発電所事故後）に東京のスカイツリーの近くで測った値は「 $0.174 \mu\text{Sv}$ 毎時」でした。この放射線を1年分あびたとすると

$$0.174 \mu\text{Sv毎時} \times 10 = 1.7 \text{mSv毎年}$$

となり、約1.7ミリシーベルト毎年になります。

※〔練習〕 μSv 毎時から mSv 毎年へ

下の表は、福島原子力発電所事故後の放射線を測定した値（ μSv 毎時・マイクロシーベルト毎時）です。



これを mSv 毎年（ミリシーベルト毎年）に変えてみましょう。

最も高い値の浪江（赤字木）町は14.8と出ています。

$$14.8 \mu\text{Sv毎時} \times 10 = 148 \text{mSv毎年}$$

これでは、急性の障害が出るとされている1年間で 100mSv をはるかにこえてしまいます。避難するし

かありません。

他の地域はどうでしょう。計算してみましょう。

浪江(下津島)	7.3 μ Sv毎時	= _____ mSv毎年
いいだて 飯館	2.09 μ Sv毎時	= _____ mSv毎年
ふくしま 福島	1.00 μ Sv毎時	= _____ mSv毎年

1年間に日本人が受けている自然放射線の量は、1.5 mSvとされています。

*最後は時間切れになってしまい、年間の積算量に直す方法は紹介しましたが、浪江、飯館、福島の年間の放射線量の計算まではできませんでした。

4 授業の評価

この日は、5時間目に授業プラン「霧箱と放射線」(小林真理子原案、山本海行・山田明彦・中溝斉再編の小学生試用)を実施し、6時間目に霧箱を使って自然放射線を見る授業を行いました。その後で、「放射線とシーベルト」「霧箱と放射線」を全部ひっくるめての授業評価をしてもらったのが、以下のものです。

【評価A たのしさ】

5:とても楽しかった	21人
4:楽しかった	13人
3:楽しくもつまらなくもなかった	3人
2:つまらなかった	1人
1:とてもつまらなかった	0人

【評価B わかったか】

5:とてもよくわかった	14人
4:わかった	21人
3:どちらともいえない	2人
2:よくわからないところがあった	1人
1:わからなかった	0人

気になるのが、「2」の評価を付けた子です。「たのしさ」で「2」を付けた子は、一度も感想を書きませんでした。この子は、自閉的な傾向があり、自分がやりたいと思ったこと以外は、ほとんど何もやりません。普段の授業の中でも文は一切書きませんし、テストでも文章で答える問題は全く書かない子です。ですから、本人に聞いてみたところ、「初めは楽しかったけど、質問4くらいからだんだんつまらなくなった。」と言っていました。「どうして」と理由を聞いても何も言わなかったので、そのままにしました。ただし、予想のときには手を挙げていたので、全く興味がなかったのではないようです。

もうひとつの「わかったか」の評価で「2 よくわからないところがあった」を付けた子にも直接聞いてみました。「ラドンとかラジウムというのがどうやってできるのかが分からなかった。」ということでした。これは、授業プランの問題ではなく、むしろこの子の興味が広がったゆえの評価であることから心配する必要はないようでした。

5 授業を終えて

「放射線とシーベルト」は、2011年3月11日の福島第1原発の事故を受けて、山本さんが作成していた授業プランを急遽まとめて発表したものです。各地で実施されてはいたようですが、僕は、小学生に授業をした記録を見ていませんでしたので、子どもたちがどんな反応を示すか分かりませんでした。ですから、子どもたちの発言の意味を理解できないまま進めたこともありました。また、僕自身がこの授業書のねらいや構成をしっかりと把握し、理解していなかった部分もあり、授業をする立

場としては、運営上苦しい部分もあり、満足できるものではありませんでした。しかし、子どもたちは、精一杯想像力を働かせこの授業を楽しんでくれたので、今は、ホッとした気持ちでいっぱいです。

中溝学級の授業記録に寄せて:山田明彦

私は、昨年、山本海行さんが、授業プラン〈放射線とシーベルト〉を提案して以来、その改訂・編集書籍化作業に協力してきました。その後、山本海行さんによって教室で容易に霧箱で放射線の飛跡を見ることができることが確認され、以前に提案された〈放射線とシーベルト〉は廃棄し、新たに〈霧箱と放射線〉という授業プランが山本さんにより提案されました。編集作業が進んでいる『放射線ってなんだ』（仮題）は、〈霧箱と放射線〉を中心に据えて組み換えられています。〈放射線とシーベルト〉の放射線測定器を用いた一連の実験も、実験結果の意外性や楽しさから子どもたちの評価も高く、『放射線ってなんだ』に入っています。

私は〈霧箱と放射線〉で、子どもたちが自然放射線の飛跡を霧箱で見ること、感動を得るに違いないと思いました。また、《もしも原子が見えたなら》の授業をした後で、〈霧箱と放射線〉の授業をする子どもたちの原子観はどうなるのか、知りたいと思いました。そこで、次のように授業を計画しました。

①授業書《もしも原子が見えたなら》

※シミュレーション版〈もしも原子が見えたなら〉PCソフトウェアを授業書実施後に視聴。

②「放射線を測ってみよう」〈放射線とシーベルト〉西村寿雄：版 第1部

③〈霧箱と放射線〉パワーポイント小学生版

原案：書籍版『放射線ってなんだ』による授業プラン 山本海行

編集・スライド制作 小林真理子

改訂協力 山本海行 平野孝典 山田明彦

授業実施にあたり、今年、私（山田）は小学校3年生担任のため、同じ学校の6年生担任の中溝斉さん（私と共に知多たのしい授業研究会を創設したメンバーの1人）に授業を実施してもらうことにしました。放射線測定の授業は、西村寿雄さんが「山本さんの楽しい部分はできるだけ利用させていただいて、小学生や地域の科学教室等で使えるように」再編した〈放射線とシーベルト〉第1部「放射線を測ってみよう」を使用しました。平易な言葉遣いに留意し、漢字にルビがふってあり、小学生向けに良いと思ったからです。

付記：①《もしも原子が見えたなら》の評価

「5 とても楽しかった」24人、「4 楽しかった」14人、「3 どちらでもない」1人、「2 つまらなかった」0人、「1 とてもつまらなかった」0人、という圧倒的な高評価でした。「…原子は色々な種類があり、すべての物が原子です。原子の始まりがどんなものか知りたいです」というような子どもたちの感動を表す感想文がいっぱいありました。

パワーポイント版「霧箱と放射線—原子より小さな世界へ—」

(小学生試行用) 授業記録

はじめに (山田明彦)

この記録は、パワーポイント版〈霧箱と放射線〉小学生試行用によるものです。原案は現在、編集作業が進んでいる書籍版『放射線ってなんだ』による授業プランで山本海行さんが作成したものです。それを元にして中学生の授業を想定して小林眞理子さんが途中まで編集とスライド制作をしました。それを私(山田)が、山本海行、小林眞理子、平野孝典と電子メールや電話で協議し、授業者の中溝斉さんとも協議しながらまとめたものです。

授業の直前の7月15日には山本海行さんが、私と中溝さんの予備実験のために小学校まで駆けつけてくださって、霧箱で自然放射線の飛跡を見るために万全を期すことができました。それまで私と中溝さんが山本さん同様の霧箱を作っても、自然放射線の飛跡がうまく見えなかったからです。温度や湿度などの夏の環境条件の違いを疑いました。山本さんと携帯電話で打ち合わせ、相談をしながら予備実験を行いました。山本さんは「こんなことは初めてだ。小林さんもうまくいったし…」と言うのです。「そんな馬鹿な…」と私は内心とても焦りました。「それじゃ、ボクの霧箱セットを持って、そちらの小学校に行ってみよう」と山本さんが言ってくださったというわけです。

その試行から、私と中溝さんが「見れども見えず」の状態であったこと、その原因は照明装置のセッティングの善し悪しであることが判明しました。照明装置はTWINBIRD LE-H315「たためるLEDライト」というスタンドライト型の製品だったのですが、LEDランプの上に半透明の四角のカバーが被っていたのをドライバーで外したところ。放射線の飛跡が見えやすくなりました。うまく見えなかったのは、半透明のカバーのために光が拡散しすぎたためだと思います。部屋は暗い方が良いです。

授業の準備

この授業、そして、前段の「放射線を測ってみよう」〈放射線とシーベルト〉西村寿雄版・第1部の授業では、はかるくん借り出しの申請、葬儀社・平安会館大府斎場(愛知県)の協力によるドライアイスの調達、授業のビデオ記録や写真記録、ICレコーダーの調達などを主に私が行い、中溝さんの授業が学期末の忙しい時期に進められるように援助しました。

霧箱は、本体を大きなペットボトルの他、百円均一の店で入手したみそなどを入れる直径10cm強のポリプロピレン製円筒型容器、クリスマスツリーの入っていたスチロールの筒などを切って作りました。断熱のための外箱は、百円均一の店で本体の円筒にぴったりの大きさのスチロールの保冷箱を中溝さんがみつけて入手しました。底に敷く黒いフェルト、側面周囲に巻く黒色画用紙もすべて百円均一の店で入手できます。無水エタノールは薬局で、ドライアイスはアイスクリーム店や葬儀社、ドライアイス専門店で購入します。霧箱一つ分なら、スーパーマーケットでアイスクリームを2~3回に分けて買い、粉状のドライアイスを入れる装置から手に入れる程度でできそうです。

授業プラン「霧箱と放射線ー原子より小さな世界へー」 授業記録

実施学級：愛知県大府市立共長小学校 6年2組

実施日：2012年7月17日（火）第5時

授業者：中溝 斉

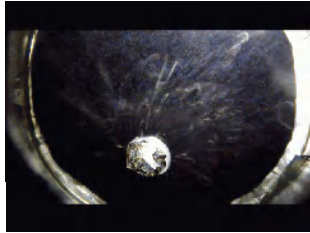
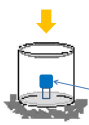
* 太字の部分は、パワーポイントの表示スライドに書かれていた文を中溝が読んだ部分です。

* 「中溝：」の部分は、授業者が補足説明として、話している内容です。

* 「??」の部分は、子どもたちの発言ですが、発言者がわからない場合や複数の場合です。

パワーポイントの画面	授業者や子どもたちの発言など
<p>20120715 山田明彦版(原案:小林真理子) 2012.7.16山本海行 修正</p> <h2 style="text-align: center;">霧箱と放射線</h2> <p style="text-align: center;">原子より小さな世界へ</p>	<p>中溝：霧箱というのは、今、準備をしていますが、放射線が見える装置です。</p>
<p>携帯電話の電波は目には見えません。</p>   <p>でも、電波が届いているか、どのくらい強く届くか、こんなマークでわかります。</p> 	<p>「携帯電話の電波は目には見えません。」「でも、電波が届いているか、どのくらい強く届くか、こんなマークでわかります。」</p>
<p>放射線も、目には見えないし、感じることもできません。 それで、強い放射線を使っているところには、こんなマークを表示することになっています。</p>  	<p>中溝：こんなマークが「放射線とシーベルト」にもあったね。 「放射線も、目には見えないし、感じることもできません。それで、強い放射線を使っているところには、こんなマークを表示することになっています。」</p> <p>中溝：例えば、けがをしたときにレントゲンを撮るけど、レントゲンも放射線を使っているのだから、こんなマークがついています。</p>
<p>何をのぞいているのかな？</p>  <p>容器の中に、放射線を出す石が入っています。</p>	<p>「何をのぞいているのかな？」</p> <p>中溝：おじさんが中をのぞいていますね。 「容器の中に、放射線を出す石が入っています。」</p> <p>中溝：このままでは、ちょっとわからないので詳しい写真を見てください。</p>

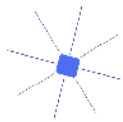
私たちものぞいてみましょう。



放射線を出す石

「私たちものぞいてみましょう。」

中溝：真ん中に放射線を出す石が筒の上に乗せてありますね。



石から飛び出すように、白い雲のような筋が四方八方にあらわれては消えて行きます。

これは、霧箱という装置です。
まりばこ



石から放射線が飛び出すたびに、放射線が飛ぶ道すじに白い霧ができています。

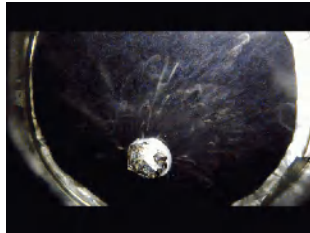
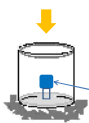
「石から飛び出すように、白い雲のような筋が四方八方にあらわれては消えて行きます。」

「これは、霧箱という装置です。」

中溝：後でまたみんなに見てもらおうと思っています。

「石から放射線が飛び出すたびに、放射線が飛ぶ道すじに白い霧ができています。」

私たちものぞいてみましょう。



放射線を出す石

中溝：もどって見てみましょう。

注)もともとは、この写真はこの場面では出てこないのですが、中溝の判断で、前のものをもう一度見せています。

中溝：放射線が石から飛び出しているところに白い雲みたいなものが見えるでしょ。

??：オオーツ

中溝：これが放射線の飛んだ跡なんです。」

??：煙じゃん。

中溝：いやいや煙じゃないです。何にもないところに白いすじみみたいなものが見えるんです。

大森：そこに手を入れても何にもない。

放射線は目に見えません。でも、霧箱の中で白い雲が見えたら、「放射線がそこを飛んだ」とわかるのです。

放射線って、何なのでしょう。どんなものなのでしょう。霧箱を使って調べてみませんか。



「放射線は目に見えません。でも、霧箱の中で白い雲が見えたら、『放射線がそこを飛んだ』とわかるのです。放射線って、何なのでしょう。どんなものなのでしょう。霧箱を使って調べてみませんか。」

1900年頃、イギリスのウィルソンは、人工的に雲を作る装置で実験をしていました。

雲や霧は空気中にある小さなほこりの粒などに水蒸気がくっついてできます。

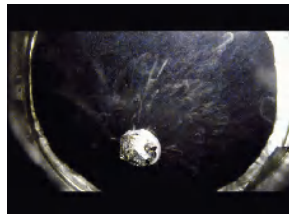
ところが、ウィルソンは、「いくらほこりを取り除いてもできる雲」に気がつきました。「放射線のせいで雲ができる」ことを発見して、この「霧箱」を発明したのです。



気象学者 ウィルソン (1869-1959)
霧箱の発明でノーベル物理学賞受賞

「1900年頃、イギリスのウィルソンは、人工的に雲を作る装置で実験をしていました。雲や霧は空気中にある小さなほこりの粒などに水蒸気がくっついてできます。ところが、ウィルソンは、『いくらほこりを取り除いてもできる雲』に気がつきました。」
中溝：何にもないところに雲はできないのに、できるなんておかしい！と思ったわけですね。
「『放射線のせいで雲ができる』ことを発見して、この「霧箱」を発明したのです。」

もう一度見てみましょう



放射線を出す石

中溝：もう一度、放射線の写真を見てみましょう。これが、石から放射線を出しているところです。何も熱々の石が湯気を出しているわけではありません。こういうのを後から見てもらいます。

【問題】

霧箱の中から放射線が出る石を取りのぞきます。空っぽの霧箱の中に放射線の「雲」はできると思いませんか。

予想

- ア. 放射線の雲はできない。
- イ. ときどき放射線の雲ができる。
- ウ. たくさんの放射線の雲ができる。



【問題】

霧箱の中から放射線が出る石を取りのぞきます。空っぽの霧箱の中に放射線の「雲」はできると思いませんか。

予想

- ア. 放射線の雲はできない。……………9人
- イ. ときどき放射線の雲ができる。……22人
- ウ. たくさんの放射線の雲ができる。 ……6人

<ウの理由>

山田：なんとなく。

貴大：なんとなく。

戸田：霧箱の中に放射線を溜め込んだんじゃないかなと思って。

富田：なんとなく。

石津：なんとなく。

古賀：なんとなく。

<アの理由>

佐藤：放射線は物を通りぬけるから、中では雲ができない。

優名：放射線が出る石がないんだから、できない。




大森：放射線があるところに雲ができるんだから、石がなかったら放射線がないからできない。

石川：なんとなく。





堀：ウィルソンさんが「何にもないところには雲ができない」と言っていたから、放射線を出す石を取り除いたら何もないからできない。

<イの理由>

大塚：放射線を出す石の放射線が残っていて少し雲ができるのと、

	<p>空気中の放射線もある。</p> <p>野上：たくさんもできないし、まったくできないとも思わなかったから。</p> <p>高澤：放射線を出す石がなくなったから、その石の放射線はなくなるけど、空気中の放射線が入って行って出ていくから、ときどきは雲ができるんじゃないかなと思った。</p> <p>予想変更は、なし。</p>
<p>結果をみせてもらいましょう</p>	<p>中溝：次の写真を見てみましょう。</p>
 <p>あちらこちらで放射線が飛んだあとの雲ができては消えて行きます。</p>	<p>中溝：どう？見えた？</p> <p>??：見える，見える。</p> <p>??：ちょっと見えるよ。</p> <p>中溝：雲の数は，減ってはいるけど，確かにに見えていますね。</p> <p>結果はイですね。</p> <p>??：ぱちぱち（拍手）</p> <p>「あちらこちらで放射線が飛んだあとの雲ができては消えて行きます。」</p>
<p>【質問】この放射線はいったいどこから飛んできると思われますか。</p> 	<p>【質問】この放射線はいったいどこから飛んできると思われますか。</p> <p>??：空気中。</p> <p>大森：原子みたいに空気中を飛んでいる。</p>
	<p>「空っぽと言っても、空気は入ってるよね。」</p> <p>「空気から放射線が出るのかもしれないわよ。」</p>

	<p>「空気も、原子でできているよ。原子から放射線が出てくるってこと？」</p> <p>?? : ええーっ？</p> <p>中溝 : 空気中の分子を見ると、酸素分子、窒素分子、水分子、二酸化炭素分子などが見えるね。</p> <p>?? : アルゴン原子、ネオン原子も見えるよ。</p>
<p>空気の分子をもっとよく見てみましょう。</p>	<p>「空気の分子をもっとよく見てみましょう。」</p>
	<p>「これは、ラドンという原子です。」</p> <p>佐藤 : あっ、あれだあ。</p> <p>中溝 : 原子といってもいろいろあるので、「もしも原子が見えたなら」では出でてこなかったね。</p> <p>堀 : 温泉のやつだ。</p>
<p>科学者は、ラドン原子の中から放射線が出てくることをつきとめました。</p> <p>ラドン原子は、空気中の分子およそ300兆個に1個みつかります。他の分子や原子にくらべて、あまりにわずかなので、空気の成分として紹介されることはほとんどありません。</p> <p>それでも空気1立方メートルには140万個のラドン原子が含まれています。</p> <p>私たちの浴びる放射線の半分はラドン原子から出しています。</p> 	<p>「科学者は、ラドン原子の中から放射線が出てくることをつきとめました。」</p> <p>「ラドン原子は、空気中の分子およそ 300 兆個に 1 個みつかります。」</p> <p>野上 : ええーっ！ 300兆個！！</p> <p>中溝 : そう，300兆個。300個じゃないよ。</p> <p>「他の分子や原子にくらべて、あまりにわずかなので、空気の成分として紹介されることはほとんどありません。」</p> <p>中溝 : だから、「もしも原子が見えたなら」では、出てこなかったんだね。</p> <p>「それでも空気1立方メートルには140万個のラドン原子が含まれています。私たちの浴びる放射線の半分はラドン原子から出しています。」</p> <p>中溝 : コンクリートの壁から出てくる放射線もあるんだけど、半分は空気中のラドン原子から出ている放射線なんですね。</p>

<p>でも、原子＝アトムって、もともと、それ以上分けられない粒という意味の言葉なんだよね？</p> <p>原子から何かが出てくるってことは、原子はもっと小さい粒に分かれるってこと？</p> 	<p>「原子から何かが出てくるってことは、原子はもっと小さい粒に分かれるってこと？」</p> <p>??：どういう意味？</p> <p>中溝：例えば、これは、水分子だね。真ん中は？そう酸素原子だったね。両側は？そう、水素原子だったね。原子というのは、元々これ以上小さく分けられないっていう意味だったね。</p> <p>「でも、原子＝アトムって、もともと、それ以上分けられない粒という意味の言葉なんだよね？」</p>
<p>原子の中はいったいどうなっているんだろう？</p> 	<p>「原子の中はいったいどうなっているんだろう？」</p>
<p>【質問】ラドンから出てくる放射線の粒を、水分子の横に置いたらどれぐらいの大きさに見えますか。想像でいいので予想してみましょう。</p> 	<p>【質問】ラドンから出てくる放射線の粒を、水分子の横に置いたらどれぐらいの大きさに見えますか。想像でいいので予想してみましょう。</p> <p>中溝：これが1億倍の水分子だね。この隣にラドンの放射線をかくとしたらどれくらいだろう？</p> <p>水分子と同じくらい？ …1人</p> <p>水分子の半分くらいの大きさ？…3人くらい</p> <p>ペン先で書いた点くらい？…多数</p> <p>もっと小さい？…多数</p> <p>その他 水分子より大きい…1人</p>
<p>ラドンの出す放射線の粒は、水分子の10万分の1です。だから、1億倍の水分子の横に書いても見えません。</p> <p>1911年イギリスの科学者ラザフォードは、「原子の中心にはさらに小さな粒がある」ということを発見しました。</p> <p>その粒を見るには、一億倍の原子を、もっと大きくして10兆倍にしなければなりません。</p>  <p>ラザフォード(1871-1937)</p>	<p>「ラドンの出す放射線の粒は、水分子の10万分の1です。だから、1億倍の水分子の横に書いても見えません。」</p> <p>??：ちっちゃーい！</p> <p>中溝；点で書いても100分の1くらいですから、10万分の1なんて、想像できないですね。目に見えないくらい小さいから水分子の横に書いても見えませんね。</p> <p>「1911年イギリスの科学者ラザフォードは、『原子の中心にはさらに小さな粒がある』ということを発見しました。その粒を見るには、一億倍の原子をもっと大きくして10兆倍にしなければなりません。」</p>

これは10兆倍にした原子の中心にある小さな粒です。水分子は10kmぐらいの大きさになってしまうので書けません。この粒を「原子核」といいます。



写真用パソコン使用 10兆倍

「これは 10 兆倍にした原子の中心にある小さな粒です。水分子は 10 km ぐらいの大きさになってしまうので書けません。この粒を『原子核』といいます。」

中溝：大府市って、一番北から南までの距離がだいたい4キロくらいだから、水分子を大府市の2倍よりも大きくしたら、ラドン原子の放射線の粒はここのある模型くらいになります。(ぼん天で作った原子核模型を見せる。)

中溝：こちらは酸素の原子核だけど、酸素分子を大府市よりも大きくすると、やっと原子核というのはこれくらいなんです。だから、原子の中ってというのは、スカスカ、中身がないんです。

原子核と放射線

ラドンが放射線を出すのは、この原子核が「ぼろぼろこわれていく」からです。

ラドンの原子核模型は、220個の粒でできています。たくさんの粒をくっつけると、模型はこわれやすくなります。

本物のラドンも原子核が大きいので、粒をくっつけている力がすみずみまで届かなくなり、壊れやすくなっています。



「ラドンが放射線を出すのは、この原子核が「ぼろぼろこわれていく」からです。ラドンの原子核模型は、220 個の粒でできています。たくさんの粒をくっつけると、模型はこわれやすくなります。」

中溝：これが、ラドンの原子核模型ですが、(と言って、赤と白のぼん天をギュッと固めたものを見せる。接着をしないのですぐに壊れます。)今、大森さんが「また落ちたよ。」と言ったように、すぐにばらばらになっちゃうんですよ。つまり、とても壊れやすいですよ。放射線の正体というのは、この原子核がぼろぼろと壊れて飛んでいったものなんだね。

「本物のラドンも原子核が大きいので、粒をくっつけている力がすみずみまで届かなくなり、壊れやすくなっています。」

中溝：こんなにたくさんのものをくっつけておくのには、力が足りない。

放射線の正体

ラドンの原子核からは、時々こわれたかけらが粒となって原子から飛び出していきます。放射線の正体は、そのような「原子核から飛び出した〈かけら〉」なのです。

酸素の原子核は小さくてしっかり固まっているので、壊れにくく、放射線は出てきません。



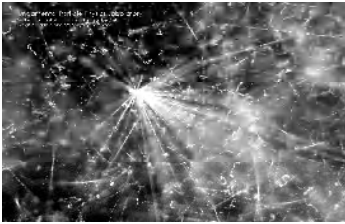
「ラドンの原子核からは、時々こわれたかけらが粒となって原子から飛び出していきます。放射線の正体は、そのような「原子核から飛び出した〈かけら〉」なのです。」

中溝：今、ラドンの原子核のかけらを持っている加古さんは、ラドンの放射線を浴びたのと同じことになるんだね。もちろん、それは、ぼん天だから大丈夫だけだね。

「酸素の原子核は小さくてしっかり固まっているので、壊れにくく、放射線は出てきません。」

中溝：酸素の原子核をこうして加古さんにぶつけても壊れません。

【質問】これは科学者が撮った放射線の写真です。これは原子がどうなっているのだと思いますか。想像したことを出し合ってみましょう。



中溝：ちょっとこれを見てください。

【質問】これは科学者が撮った放射線の写真です。これは原子がどうなっているのだと思いますか。想像したことを出し合ってみましょう。

??：ガラスが壊れたみたいだ！

??：CG（コンピュータグラフィック）みたいだー。

中溝：CG じゃありません。これは、霧箱の中を写した写真です。じゃあ、近くの人と相談してもいいですよ。

高澤：空気中の分子が、なんらかの理由で爆発したんだと思う。ラドンとかだったら真ん中の白いところみたいにたくさん（白いすじが）出るんじゃないかなと思った。

大森：原子が古くなって、爆発した。

富田：分子の塊が、先生がさっきやったみたいに壊れて、放射線が出ている。

これは宇宙から飛んできた放射線の粒（宇宙線）が、地球の原子の中の「原子核」にぶつかって、原子が壊れて飛び散ったところですよ。

私たちのまわりでは、このように原子がこわれて粒が飛びちることが、たえず起こっています。

原子核模型があったら、実際に玉をぶつけて壊してみましよう。

それが「空っぽの霧箱」の中に見えた、たくさんの放射線の雲を作り出しているのです。

「これは宇宙から飛んできた放射線の粒（宇宙線）が、地球の原子の中の「原子核」にぶつかって、原子が壊れて飛び散ったところですよ。」

中溝：実は、宇宙からも放射線がくるんだっけ。「高い飛行機に乗った人は放射線をたくさん浴びるよ」って言ったでしょ。宇宙から来た放射線が、原子核に当たって、パカーって壊れちゃった様子なんです。もう一度そういう目で見てください。

??：なるほどー。

??；あー。

??：爆弾を投下したみたいだ。

「私たちのまわりでは、このように原子がこわれて粒が飛びちることが、たえず起こっています。原子核模型があったら、実際に玉をぶつけて壊してみましよう。」

中溝：ぶつけないでも、もうバラバラになっちゃったけどね。（笑い）だからぶつけないけど、簡単に壊れるというイメージはできたね。

「それが『空っぽの霧箱』の中に見えた、たくさんの放射線の雲を作り出しているのです。」

100年前の科学者にとって、「原子から何かが出てくるのが放射線なのではないか」という予想は、「常識をひっくりかえす、とんでもない予想」でした。

原子はすべてのものを作っている
これ以上分けられない粒で、壊れたりすり減ったりしないはずだ！

そう考えられていました。しかし、放射線の研究で、原子の中のことが初めてわかったのです。実際に霧箱を用意できたら、見せてもらいましょう。



「100年前の科学者にとって、『原子から何かが出てくるのが放射線なのではないか』という予想は、常識をひっくりかえす、とんでもない予想」でした。

中溝：どうしてかという、

「原子はすべてのものを作っている。これ以上分けられない粒で、壊れたりすり減ったりしないはずだ！そう考えられていました。」

	<p>中溝：なのに、そうじゃなかった。壊れちゃうんだ。</p> <p>「しかし、放射線の研究で、原子の中のことが初めてわかったのです。」</p> <p>中溝：原子核とか、そういうことが分かってきたんだね。</p> <p>「実際に霧箱を用意できたら、見せてもらいましょう。」</p>
<p>放射能の単位：ベクレル Bq</p>  <p>ベクレルという単位は、霧箱で見た飛跡をそのまま単位にしたものです。 「1ベクレルは1秒間に1個の原子が放射線を出す」という意味です。</p>	<p>中溝：放射能の単位で「ベクレル」というのがあります。「シーベルト」という単位で測ったけど、他にも安全基準の単位として「ベクレル」というのがよく出てきます。新聞などで、「食品は何ベクレル以下です。」とか言うよね。これは、どういうことかということ簡単なんです。</p> <p>「ベクレルという単位は、霧箱で見た飛跡をそのまま単位にしたものです。『1ベクレルは1秒間に1個の原子が放射線を出す』という意味です。」</p> <p>??：なるほど、そういうことか。</p>
 <p>たとえば、この石では20本以上の飛跡が写っています。もしこれが1秒間で出たなら「この石の放射能は20ベクレル」ということになります。</p>	<p>「たとえば、この石では20本以上の飛跡が写っています。もしこれが1秒間で出たなら『この石の放射能は20ベクレル』ということになります。」</p>
<p>霧箱が用意できたら、霧箱に見えた放射線の雲を、1分間数えてみましょう。</p> <p>その数を「1秒間に何個出たか」に直します。</p> <p>その数を()倍すれば、その場所の空気1立方メートルの放射能の強さ(ベクレル)になります。</p> <p>あなたのいる場所は何ベクレルぐらいでしたか？</p>	<p>「霧箱が用意できたら、霧箱に見えた放射線の雲を、1分間数えてみましょう。その数を『1秒間に何個出たか』に直します。その数を()倍すれば、その場所の空気1立方メートルの放射能の強さ(ベクレル)になります。」</p> <p>中溝：この霧箱でざっと計算したんですが、800倍したら、この部屋の1立方メートルの放射能の強さが分かります。後で、霧箱を見てもらって実際の放射線の跡を見てもらいます、</p> <p>「あなたのいる場所は何ベクレルぐらいでしたか？」</p>
<p>おわり</p> 	

この後、6時間目に霧箱を教室の前と後ろに2個ずつ合計4個用意しました。この日は欠席者が3名いたので、37人の子どもたちに見てらいました。最初は、なかなか放射線の飛跡が見つけれなかったようですが、慣れるとすぐに見えるようになってきました。

ただ、霧箱の準備に時間がかかり、実際に霧箱を見る時間が15分弱しかなく、1個の霧箱を1人か2人で交代しながら見たので、1分間の飛跡の数を数えるという作業ができませんでした。ですから、霧箱を見て、白いすじを数えて、この場所のベクレル（放射能の強さ）測るという活動が行っていません。（ぼくが見た感じだと2、3秒に1個くらいは見えていましたから、この教室1㎡あたりの放射能は、およそ250～400ベクレルということでしょうか。）

この授業から10日くらい後の「知多のしい授業研究会」の例会で、ライトの当て方を工夫すれば、同じ霧箱で、4～5人が同時に見られることが分かりました。次にやるときには、カウンターを用意して、ぜひ数えてみたいものだと思います。