リモート授業を受けた中学生からのメッセージ
（長野県上田市内の中学校での事例）

2021年6月13日（日）

NPO法人放射線教育フォーラム
宮川　俊晴

- *まるで、*
- *高畠先生が*
- *この教室いるような*
- *授業でしたね！！*

- 最初のリモート授業後の
- B中学校の理科の先生のお言葉

本日のお話

はじめに

○　授業の概要

○　中学生からのメッセージ

○　授業をふり返って

○　今後に向けて

はじめに

- 長野県上田市内の2校の中学校2年生に、
  放射線のリモート出前授業を実施。
- 実施時期：２０２０年１２月
- 授業講師：高畠勇二先生（全中理支援センター、元練馬区内中学校長）
- A中学校：　５０分授業、４クラス（９８名）
- B中学校：１００分授業、５クラス（１４３名）
- 生徒の教室には実験支援者：演者

中学生からのメッセージとは

授業の最後に、高畠勇二先生より

「学習を通して、あなたは放射線についてどのような感想を持ちましたか。自由に書いてください。」とワークシートに記入の依頼。

・生徒の理解度を測るものではなく、今後の授業に参考にしたいとの目的

241名の生徒の感想⇒中学生からのメッセージ

・本日は、その内容をご紹介し、授業支援者の感じたことをお話させて頂きたい。

授業の概要
タイトル:「放射線の性質と利用」(電流)

・50分授業と100分授業では、基本的流れは同一

1. 真空放電の概要(100分ではクルックス管実験あり。)
   電磁波、見えない光⇒X線、レントゲン博士
2. はかる君による、教室内の線量測定(一人ずつ全員)
3. 室内の線量と3.11当時の長野市内の線量比較
   (福島第一原子力発電所の事故とその影響)
4. ベータちゃんによる、御影石、乾燥コンブなどから
   の放射線測定、遮へいと距離変化のカウント数の変化の
   測定実験(演示。100分では4名ごとのグループ実験)
5. 霧箱による飛跡観察(4名ごとのグループ実験)
   室内の放射線、マントル利用(α線、β線の飛跡の違い)

授業の概要（続き）

６．放射線の性質と健康影響のお話
「低線量での影響は科学的に十分解明されていない」
「絶対的に安全な量はなく、受けると体に影響があると考えて、必要のない放射線は受ける量を出来るだけ少なくするように工夫する」
７．放射線の利用事例についての解説
８．プラスチックの引っ張り試験
放射線の照射の有無により、強度変化、復元機能
９．放射線のまとめ（次シート参照）

放射線のまとめ

1. 放電に伴って電磁波（エックス線を含む）が発生する。

2. X線は放射線の仲間

3. 放射線は透過性を持つ

4. 放射線は私たちの体に影響を与えることがある。

5. 放射線は生活の中でさまざまに利用されている。

（終わりにあたって、高畠勇二先生からのメッセージ）

生徒の皆さんに望むこと

1. 放射線は、現在の科学技術の一つとして
様々に利用されいますが、
世界唯一の被ばく国としての負の想いもあります。
2. 放射線に対する科学的な理解を通して、
皆さん一人ひとりが自分の考えを持ち、
自分で判断し、行動できるようになること
が必要です。
3. みんなで、力を合わせて、
学び考えていってください。

この授業の特徴

・実験を通じて、生徒が体験から自ら気づき、学ぶ授業
（高畠勇二先生の「教えてあげないよ！」講座）

- 4つの実験を準備

はかる君30台：上田市教育委員会より学校が借用
ベータちゃん（8セット）、霧箱（8セット）：
グループ実験用（生徒同士の意見交換）、外部講師側で準備
照射プラスチック：外部講師側で準備

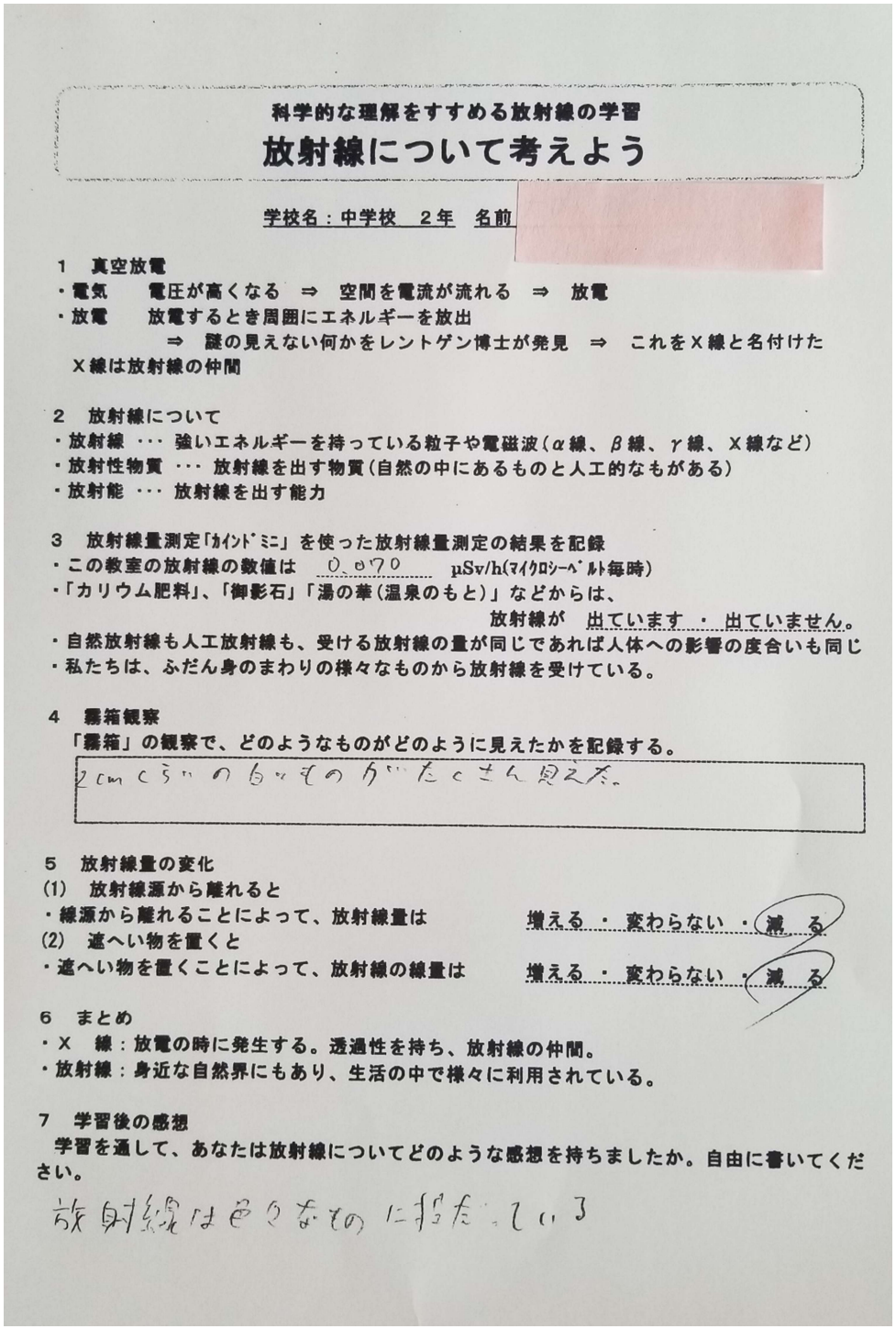
・リモート授業
zoomミーテイングシステム
高畠勇二先生の出前授業経験のある先生方。（4年目）
理科室内の実験支援者

中学生からのメッセージとは

ワークシートの記入内容

・生徒の理解度を測るものではなく、今後の授業に参考にしたいとの目的

・２４１名の生徒の感想



科学的な理解をすすめる放射線の学習

放射線について考えよう

学校名：中学校　２年　名前

1　真空放電
・電気　　電圧が高くなる　⇒　空間を電流が流れる　⇒　放電
・放電　　放電するとき周囲にエネルギーを放出
　　⇒　謎の見えない何かをレントゲン博士が発見　⇒　これをＸ線と名付けた
Ｘ線は放射線の仲間

2　放射線について
・放射線 ･･･ 強いエネルギーを持っている粒子や電磁波（α線、β線、γ線、Ｘ線など）
・放射性物質 ･･･ 放射線を出す物質（自然の中にあるものと人工的なもがある）
・放射能 ･･･ 放射線を出す能力

3　放射線量測定「ｶｲﾝﾄﾞﾐﾆ」を使った放射線量測定の結果を記録
・この教室の放射線の数値は　0.070　μSv/h(ﾏｲｸﾛｼｰﾍﾞﾙﾄ毎時)
・「カリウム肥料」、「御影石」「湯の華（温泉のもと）」などからは、
放射線が　出ています　・　出ていません。
・自然放射線も人工放射線も、受ける放射線の量が同じであれば人体への影響の度合いも同じ
・私たちは、ふだん身のまわりの様々なものから放射線を受けている。

4　霧箱観察
「霧箱」の観察で、どのようなものがどのように見えたかを記録する。
2cmくらいの白いものがたくさん見えた。

5　放射線量の変化
(1)　放射線源から離れると
・線源から離れることによって、放射線量は　増える　・　変わらない　・　減る
(2)　遮へい物を置くと
・遮へい物を置くことによって、放射線の線量は　増える　・　変わらない　・　減る

6　まとめ
・Ｘ　線：放電の時に発生する。透過性を持ち、放射線の仲間。
・放射線：身近な自然界にもあり、生活の中で様々に利用されている。

7　学習後の感想
学習を通して、あなたは放射線についてどのような感想を持ちましたか。自由に書いてください。
放射線は色々なものに役だっている

ワークシートの最後の項目

7．学習後の感想

「放射線は色々なものに役だっている」

学習を通して、あなたは放射線についてどのような感想を持ちましたか。自由に書いてください。

放射線は色々なものに役だっている

さい。

じゅぎょうがたのしかったです。

放射線がどのようなものなのか知らなかったので、今回の授業で知れて良かった。　ドライアイスを使った実験、めっちゃキレイだった！

☆原子力発電は、少数にして少しだけやった方が良いと思う。（難しいけど…）

☆放射線はあびないような防護して扱うのなら大丈夫だと思う。

4-8

自分は、放射線は身近にあり生活の中でもレントゲンなどで使われていることは知っていましたが、人体への影響が少ないことを知り、安心しました。今回の授業では、放射線がどうこうというわけではなく放射線の使う側の問題ということを実感しました。

1-22

さい。

最初、放射線は怖いというイメージがすごく強くてどんなんだろう？と思ってました。
でも、話を聞いて放射線は身近にあるということを知ってびっくりしたし、
身近にあるなら大丈夫なのかな？と少し安心しました！
又、もっと理解を深めて、これからの未来（原子力発電などによってなる）についても
考えていきたいと思います！　2時間の講義、
ありがとうございました！楽しくて面白かったです

4-22

放射線はそんなに多くなければ使っても良いと思いました！

ちなみに、
私は原子力発電はやめた方が良いと思います
～理由～
事故が起った時に大きな被害をもたらすし、燃料は永久ではないので効率が悪いと思います。
これからは、水力、地熱、風力など、自然の力を借りて自然と協力し合っていければ…と思います！（理想ですが）

短い記述
「役だっている」
「楽しかった」

ビックリした様子の漫画付き

沢山の記述

様々なメッセージ

中学生からのメッセージ

- 241名の中学生からのメッセージは、
  以下の2つの視点から分類できた。

1. 放射線の記述内容に関する分類

① 自然界の放射線について
② 放射線の利用について
③ 放射線の危険性について
④ 放射線の管理・慎重な取り扱いについて

2. 記述の思考の程度に関する分類

① 基礎的な記述：知識・技能の基礎的な記述
② 応用的な記述：思考・表現を伴う記述
③ 発展的な記述：自分なりの方向性や将来への視点が含まれる記述

1．放射線に関する記述内容について

1-1．自然界の放射線（28%/68名から抜粋）

・見えない不思議なものだけど、この瞬間も顔に当たってる。
・身の回りにもたくさんの放射線があって、びっくりしました。
・教室や、普段の生活にもあることが分かった。
・自分達もいろいろな放射線を受けているのだということがわかった。
・私達が食べているものにも含まれていることが分かった。
・自分の体内にあることにも驚きました。
・放射線は身の回りに当たり前にあるとは思っていませんでした。
・身近にあるものだと分かったので、考え方が変わった。

1．放射線に関する記述内容について

1-2．放射線の利用について（55%/132名から抜粋）

・放射線は量によっては体に害がある一方、体を守るためにも使われている。
・これから放射線の使われる幅が広がると思う。
・人が生活していく上で役に立つことがあるし、大切。
・生活を便利に出来る、すごいもの。
・放射線は悪い面も良い面もあるので、利用できる部分は利用するのが良い。
・放射線は人にとって良い影響を与えてくれることもあるので、正しい利用をすることが大切だ。
・放射線は未来や人を助けるということもできる
・放射線のものを透き通らせるもので利用されている。
・しっかり知識をつけて安全に放射線を活用していきたい
・上手に使えば人の生活に役立つ、下手に使えば人の命を奪ってしまう危険なものになる。難しい。

1，放射線に関する記述内容について

1-3．危険性について（56%/137名から抜粋）

・放射線は強いと人に害を与える。
・放射線は多すぎると体に悪い。
・放射線による被害が詳しく分かった。
・放射線はあって必要なものだと分かった。けど、危険な面もあった。
・人間に危険な面を出したり、生活を脅かす存在でもあることがわかった。
・使い方を間違えると取り返しのつかないことになる。
・放射線は体を突き抜ける。でもその中の細胞に害を与えてしまう。
・下手に使えば人の命を奪ってしまう危険なものになる。難しい。
・放射線を大量に浴びると危ない どう使うか。

1．放射線に関する記述内容について

1-4．管理・慎重な扱いについて（記述例：12%/30名から抜粋）

・放射線は事故も起こるものなので、注意しなければならない。
・量が多くならない限り安全で役に立つ物質だった。
・線源から離れるなどして、共存していくものだと思いました。
・自分たち一人一人が放射線に対する正しい知識を持った行動が大切。
・安全・安心の暮らしをするには放射線が必要でもあるし、害がないよう工夫されもしている
・これからの未来、良い方向に行くような放射線の使い方を目指していきたいです。
・上手に扱えば命を救うものにもなることが分かった。
・放射線は今はその方法しかないんだったら安全に使えばいい。
・放射線は浴びないように防護して扱うなら大丈夫だと思う。
・放射線をうまく使って生活したい。

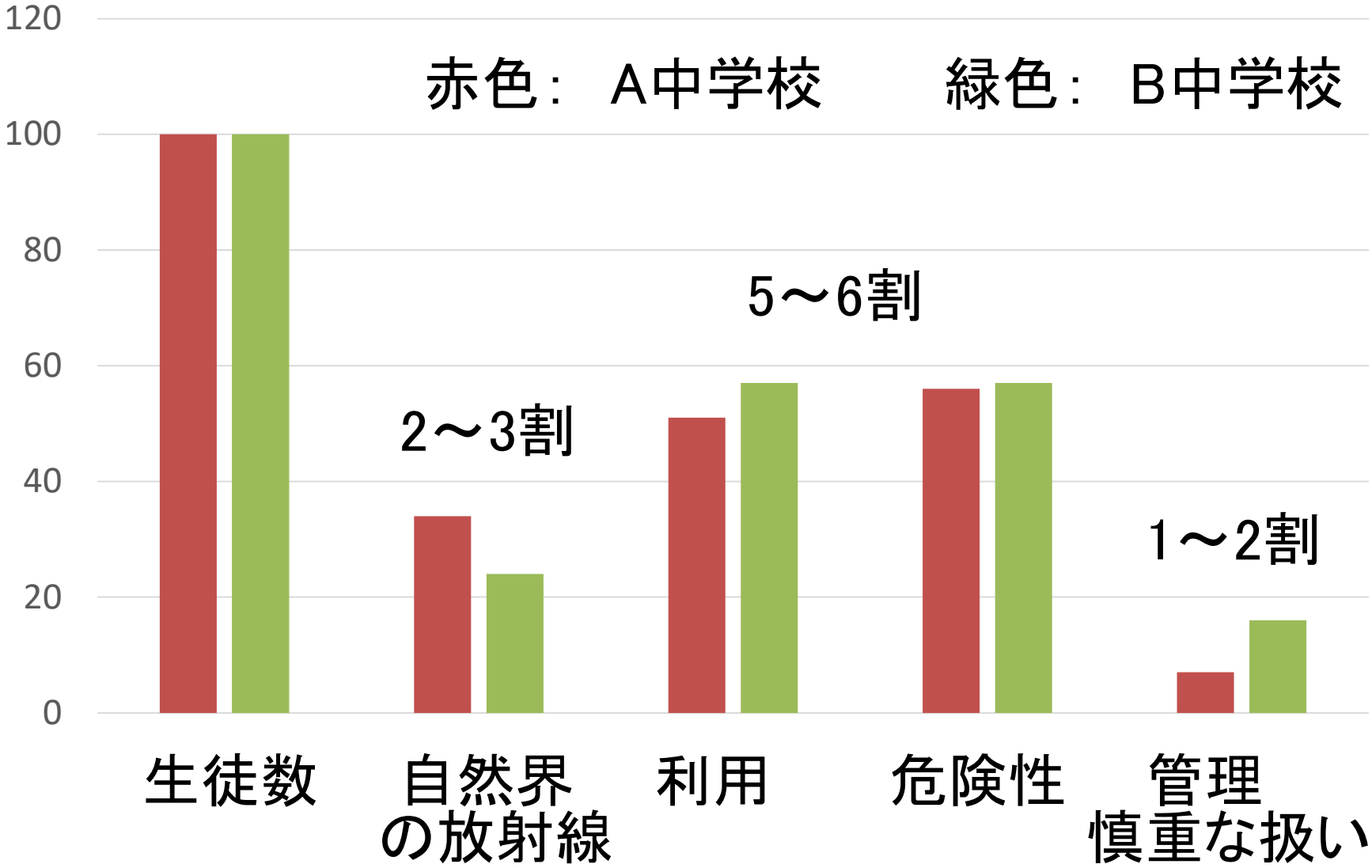
1．放射線に関する記述内容について

1-4．管理・慎重な扱いについて（記述例：12%/30名から抜粋）

・放射線は事故も起こるものなので、注意しなければならない。
・量が多くならない限り安全で役に立つ物質だった。
・線源から離れるなどして、共存していくものだと思いました。
・自分たち一人一人が放射線に対する正しい知識を持った行動が大切。
・安全・安心の暮らしをするには放射線が必要でもあるし、害がないよう工夫されもしている
・これからの未来、良い方向に行くような放射線の使い方を目指していきたいです。
・上手に扱えば命を救うものにもなることが分かった。
・放射線は今はその方法しかないんだったら安全に使えばいい。
・放射線は浴びないように防護して扱うなら大丈夫だと思う。
・放射線をうまく使って生活したい。

⇒ICRPの放射線防護の三原則：正当化、最適化、線量限度へのイメージ

1．放射線に関する記述内容の整理（%）



１．放射線に関する内容の記述のまとめ

・自然界の放射線に関する記述は、2～3割の生徒

・放射線の利用・危険性への記述が多く半数を超える

　　メリット・ディメリットがある放射線の両面を理解し、それでも、利用価値があると受け止めている。

・更に、30名の生徒は、危険な放射線を利用するときの注意点を記述している。（管理に関する記述）

２．記述の思考の程度に関する分類

2-1．基礎的記述の例（１１％/２５名から抜粋）

★知識・技能の基礎的な記述

・どこにでも放射線はあり、食べ物にも放射線がある

・霧箱の観察だと細い白い線のような物がいっぱい見れた。放射線は強いと人の体にも悪いことが起きるのがわかった。

・放電とかをしていなくても常に放射線があって、直接見ることはできないけれど、霧箱で放射線の跡を見ることができて、知ることがたくさんあった。

・自分たちの周りも放射線が飛んでいることが分かった。後、放射線は医学にも使われていることが分かった。

・放射線は危険な時と安全な時があったのが分かった.。

・放射線は透過性を持っている.

・放射線にはメリットとデメリットがあると分かった。放射線の性質が分かった。

・はかるくんで測った、身の回りに放射線があることが分かった。

・放射線を日々の生活の中で、がん治療や年代測定などに役立っていると知ることができた。X線は放電の時に発生すると知ることができた。

・放射線は怖い。

2. 記述の思考の程度に関する分類

2-2. 応用的記述の例（58%/140名から抜粋）

★思考・表現を伴う記述

- 【実験・放射線の性質】
- 場所によって放射線の数値が全く違うものもあり驚いた。
- 霧箱の実験では、白い細長い芋虫みたいなものが見えて不思議だった。
- 放射線は体を通り抜けてしまうと思うと少し怖いと思った。
- 放射線でゴムが縮んでもまた元に戻るし、霧箱の観察をして、白い霧を出していて、とても面白かった。放射線は身近な所にあると、初めて知りました。
- 目に見えないのに、透過性を持つことが、とても不思議に思った。
- 放射線はどうやってできているのか、どこから来ているのかがわかり、生活の中で様々に利用していたことが分かった。X線は放射線の仲間で、透過性を持って、放電の時に発生することが分かった。
- 放射線はなぜ物をすかせるのか？骨はなぜ通ることができないのか？どこにも放射線があることを知れた。
- （次に続く）

2. 記述の思考の程度に関する分類
2-2. 応用的記述の例（58%/ 140名から抜粋・続き）

【健康影響・向き合い方】

・放射線は体を突き抜ける。でもその中の細胞に害を与えてしまうことが知ることができた。それで、放射線は何で害を与えるのか今まで分かっていなかったけど、今回の授業で、害を与える理由が分かった。

・便利でもあるが危険だということを再認識しました。

・放射線というものは私たちの日常生活に多く使われていることに対し、私たちは放射線というものと共存しているのかなと思いました。

・つまり、使っても良いけど、危険だっていうことを覚えておくということですね。放射線は謎が多い。面白かったです。

・今回の授業では、放射線がどうこうというわけではなく、放射線の使う側の問題ということを実感しました。

・人体に悪影響を与えることもあるけど、人の役に立つこともあるということを知れて、〇〇だと思うとか決めつけたりせずに、しっかりそれを知った方が、もっとよく知れるということがわかった。

・放射線は便利な部分もあれば、危ない部分もあって、いいのか、よくないのか、分からない。

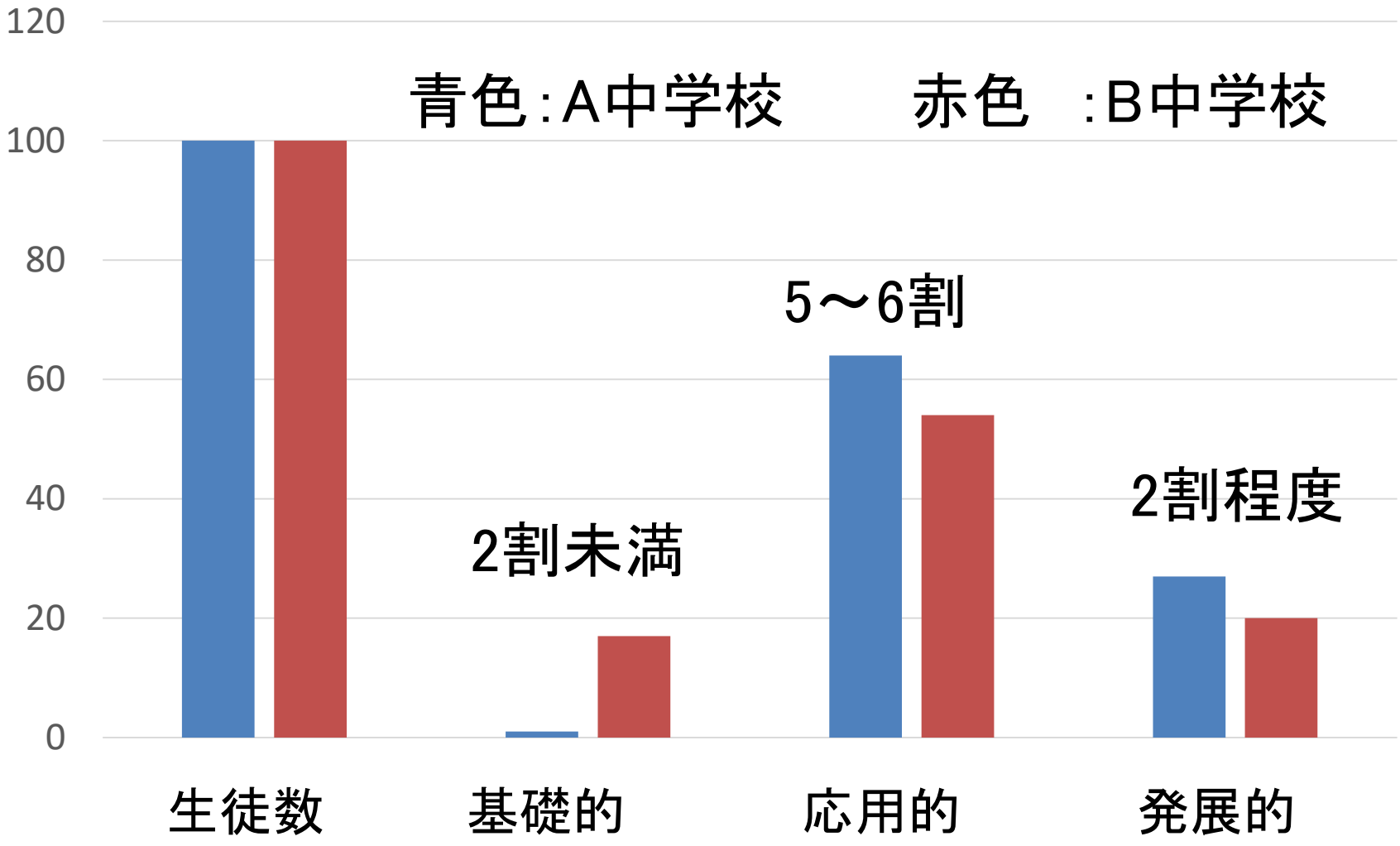
2. 記述の思考の程度に関する分類

2-3. 発展的記述の例（23%/55名から抜粋）

★自分なりの方向性や将来への視点が含まれる記述

・怖・いからといって活動を辞めてしまうんじゃなくて二度と来ないよう工夫して活動することが大事
・これからの時代使い方を間違えなければとても大切
・使い方を誤ると大変な事故が起こるので注意していきたい
・放射線は危ないから社会全体で考えなければいけないと思った
・放射線はなるべく使わないほうが良い
・使い方を間違えると多くのものを失うこのことは放射線にだけ言えるのではないないと思うので一応生活でも様々なことを考えて行動
・福島の被害者とコロナの感染者どちらも知識がないと差別につながる繋がってしまうと思うのでそこでしっかりと知識を持ちたい
・放射線のことをよく知って向き合っていきたい
・これからもっと放射線について学びたい。

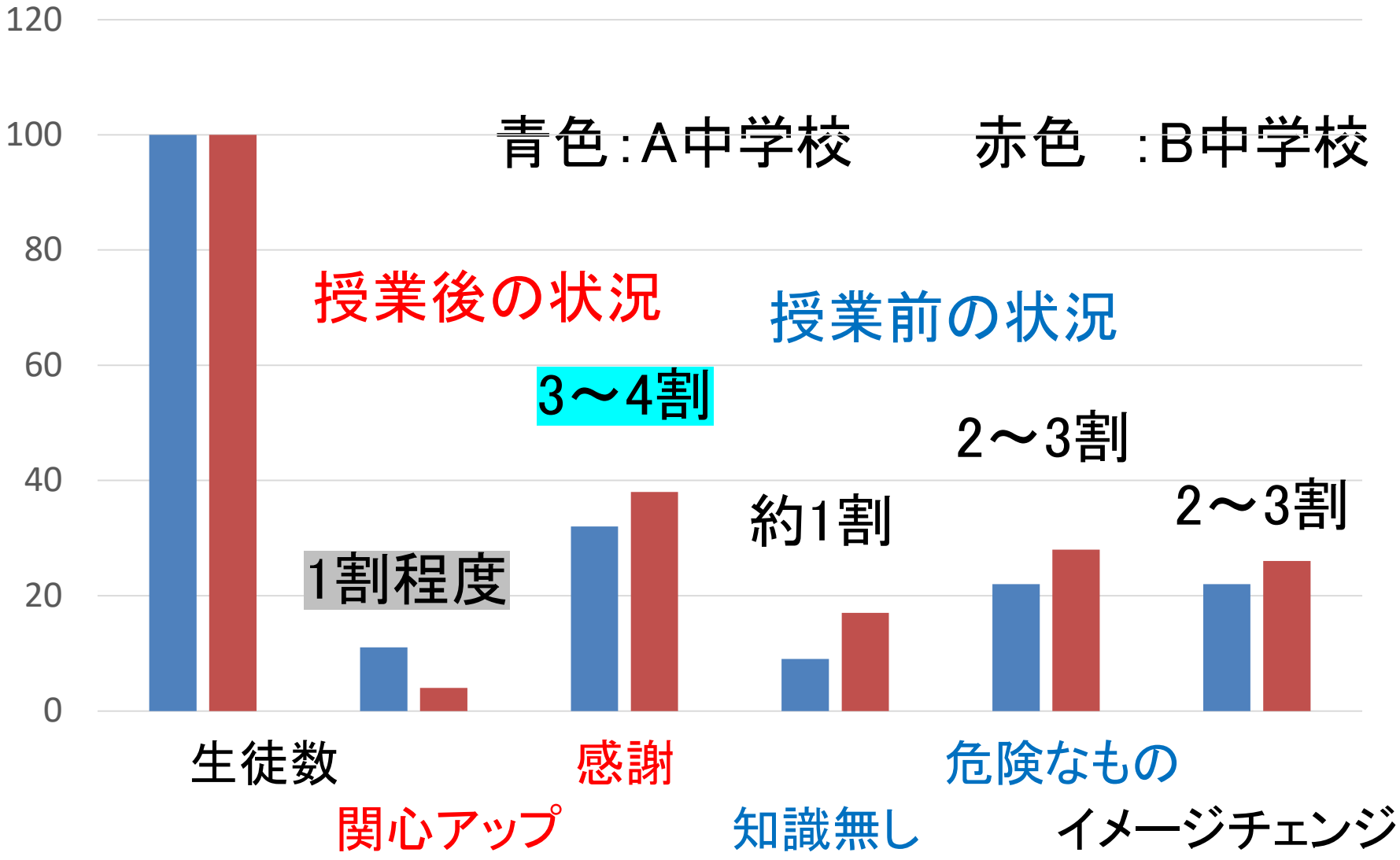
2. 記述の思考の程度の整理(%)



２．記述の思考の程度に関するまとめ

- 約半数の生徒は自分の考えや受けた印象を記述していた。（応用的記述）
- 四分の１の生徒は、将来への視野で記述していた。（発展的記述）
- 発展的記述の多くの内容は、放射線の利用の推進や知識の習得に関するものであった。
  - 放射線の利用を進める・・・・・・・・　１１％（２６名）
  - もっと学びたい　・・・・・・・・・・・・・・　７％（１６名）
  - 放射線の利用に慎重・・・・・・・・・　２％（　６名）
  - その他（科学的に考えたいなど）・・　３％（　７名）

３．生徒の変容について


120
100
80
60
40
20
0
青色：A中学校
赤色　：B中学校
授業後の状況
授業前の状況
3～4割
2～3割
約1割
2～3割
1割程度
生徒数
感謝
危険なもの
関心アップ
知識無し
イメージチェンジ

３．授業による変容のまとめ

・授業前

放射線に関する知識がない、関心がない

７％（17名）

放射線は危険なもので、悪いイメージ

２６％（６２名）

・授業後

放射線のイメージが変わった。良くなった。

２４％（５９名）

関心が高まった。　７％（１７名）

学んでよかった・感謝　３６％（８６名）

4. 授業をふり返って（リモート授業であっても）

4-1　自然界の放射線について

- 生徒は実験から放射線の現象、性質に関して理解を深めて行ったと思われる。

【はかる君】

・はかる君により全員が教室内の線量率を測定し、自分のいる場所で放射線が測定できることの実感

【ベータちゃん】

・カリウム肥料、御影石、乾燥コンブなど、食べ物や身近な物質からの放射線が測定できることの実感

【霧箱観察】

・霧箱の観察による、空間を飛び交う放射線の現象のイメージを獲得すること

これらにより、生徒は**自然界の放射線の存在に確信を強めて行った**と考えられる

４．授業をふり返って（リモート授業であっても）
4-2　放射線の利用について

・講義による様々な放射線の利用事例を紹介
・体験のあるレントゲン検査やがん治療という医学利用など、身近な社会で大いに役立っている事実の理解
・**放射線の有用性を確信した**ものと考えられる
【プラスチックの強度試験】
・プラスチックの照射前後の試料の強度比較も、生徒にとっては、驚きの発見
　放射線のものを変質させる性質が、社会に大いに役立つものであることを実感
・発展的な記述をした生徒も、将来も放射線を利用して行く立場を記述した生徒が多かった。

4. 授業をふり返って（リモート授業であっても）
4-3　放射線の危険性について

・放射線は危険なものであるという認識を示してる生徒も半数以上いる。

・上田市においても、元々放射線に関して危険なものというイメージを持っている生徒は多かったと思われる。

（過去の青森、福島、長野各県での出前授業の経験から）

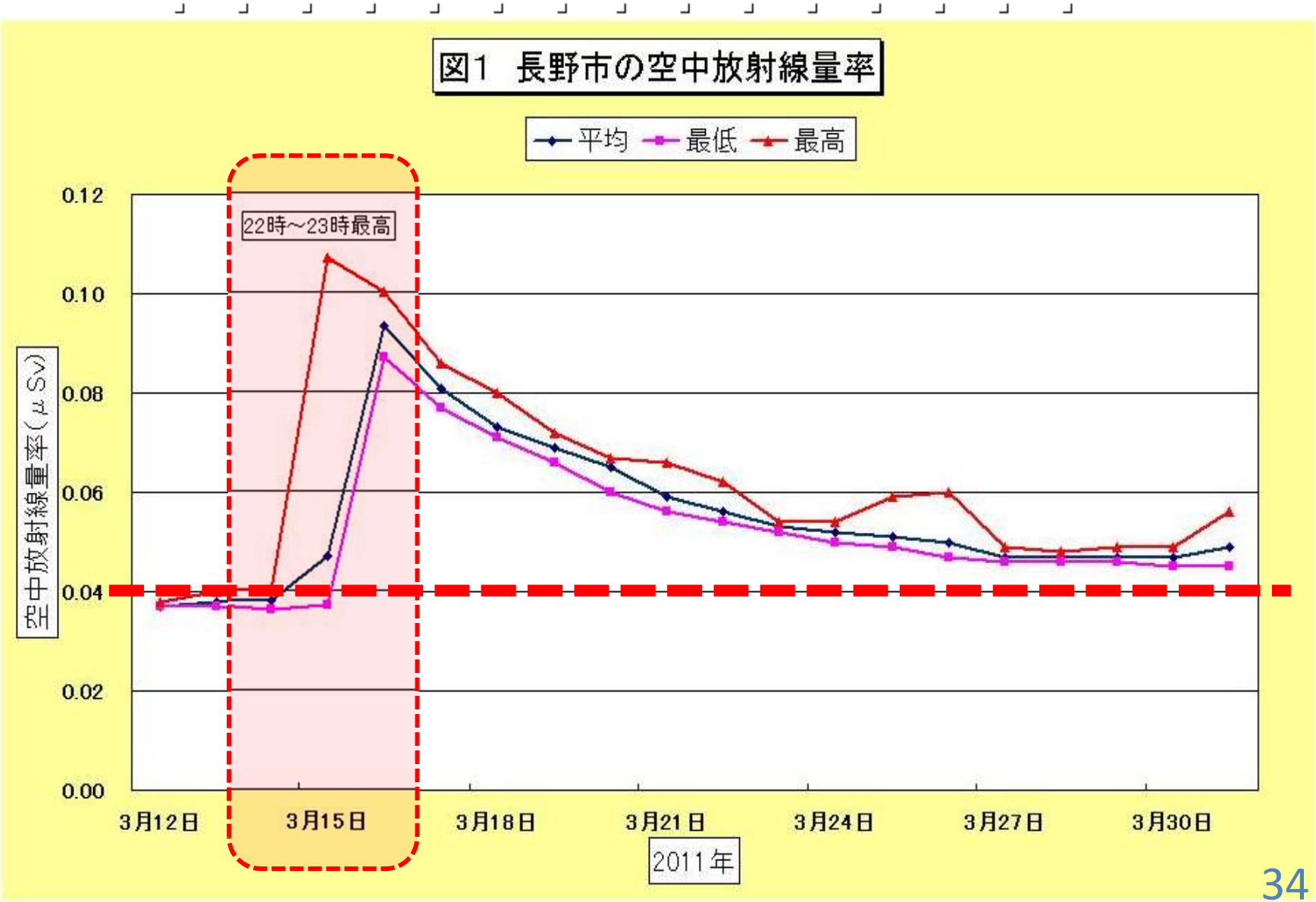
・授業では、PPTで、福島第一原子力発電所の事故の解説や、3.11当時の長野市内の空間放射線量率のデータを知って、放射線の悪影響についてより身近な問題と捉えて頂けたのではと感じている。

東日本大震災で

- 9年前の東日本大震災に伴う
  津波によって、
  福島第一原子力発電所で
  放射性物質が外に漏れるという
  重大事故が起きた

- 事故後、全国の原発は
  操業を停止し、直後には計画停電も実施
- 事故前、54基の原発で日本の全電力の30%前後を発電
- 事故を境に、
  日本における原子力発電の在り方は大きく変わった

参考　3.11事故後の長野市の線量変化



4．授業をふり返って（リモート授業であっても）

4-4　管理・慎重な取り扱いについて

・多くの生徒は授業の結果、放射線の危険性を認識し、その上で、放射線は活用すべきという立場を取っている。

【ベータちゃんによる遮へい実験・距離の実験】

・カリウム肥料の線源あるいはマントル線源を用いて、簡便に遮へい実験や距離を離すとカウント数の減少が確認できる。

・そこから放射線の受ける量を減らせる具体的知識を獲得したと思われる。

・グループ実験（１００分授業）で、繰り返し、繰り返し確認する生徒が多かった。

・自らが納得出来る実験が必要と感じている。

・「管理」の記述の表現は、中学生らしい内容であったが、その中には、ICRPの防護の３つの原則につながる概念を示したものが多く見られた。

ICRPの防護の3原則；①正当性、②最適化、③線量限度

（参考：イギリスの高校教科書にはALARAの解説がある）

５．今後に向けて（リモート授業も考慮）

１）実験は重要（機材の確保、はかる君の経年劣化）

２）通信環境

・学校Wi-Fi は教育委員会管理下（上田市）

・無線Wi-Fiは安定性に課題

３）外部講師の臨場感の醸成：生徒の様子

・カメラワーク体制

全体の様子を前後から、実験の様子をスマフォでアップ：支援と撮影は結構大変

４）現地サポート体制

・通信環境事前確認、実験機材、実験支援

今後の3年生の授業では

・「科学技術と人間」（地球と私たちの未来のために）の単元で、エネルギーと関連した放射線の授業

・更に、新しくSDGSへの学びが入ってきた。

・放射線としては、

性質の深堀：物を変質させる性質⇒電離作用

単位の理解：ベクレル、シーベルト、（グレイ？）

防護の三原則：距離、遮へい、時間

⇒　健康影響は量の問題（酒井先生の助言）

謝　辞

・授業を実施頂いた高畠勇二先生に
・リモート授業の機会を頂いた学校の先生方に
・上田市教育委員会のはかる君のご提供に
・各実験機材のご提供に
・本日、発表の機会を頂いたことに

・多くの感想を寄せてくれた生徒のみなさんに
・今年また、3年生になった君たちに会えることに

ご清聴
ありがとう
ございました。

A中学校の生徒が毎年育て
引き継いで来ている
3.11東日本大震災
復興ひまわりの種が、
我が家の庭で、みごとに開花
（2020年7月）

実験（演示）：真空放電

確認

- 電気はエネルギーを持っている
- 電流は電子の流れ
- 電極の間の電圧が高くなると、
  電子が空間に放出される ⇒ 放電

放電

エネルギーを放出している

- ラジオにノイズが入る
- 謎の見えない何かがそこにある

実験：放射線が飛んだ跡を見てみよう

放射線を直接目で見ることはできないが、
「霧箱」という道具を使うと、放射線が飛んだ跡が
小さな飛行機雲のように
なって見える

実験

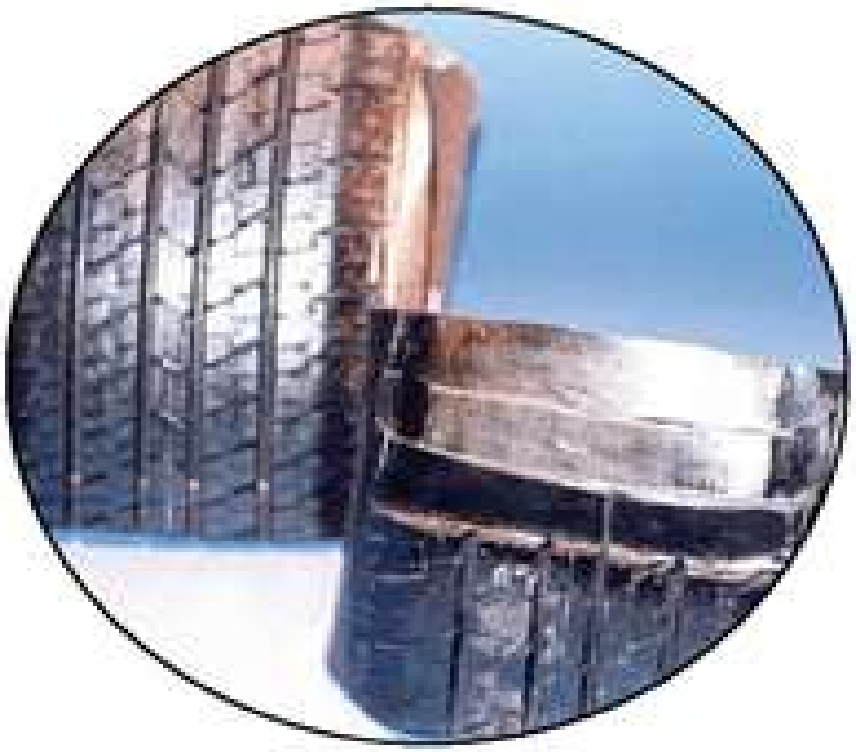
ガラス皿の中の黒い紙をライトで横から照らす

※　ラップの上に弱い放射線を出すものをおく

※　塩ビで静電気を起こしてラップにかざし、
中に漂っているゴミを取り除く

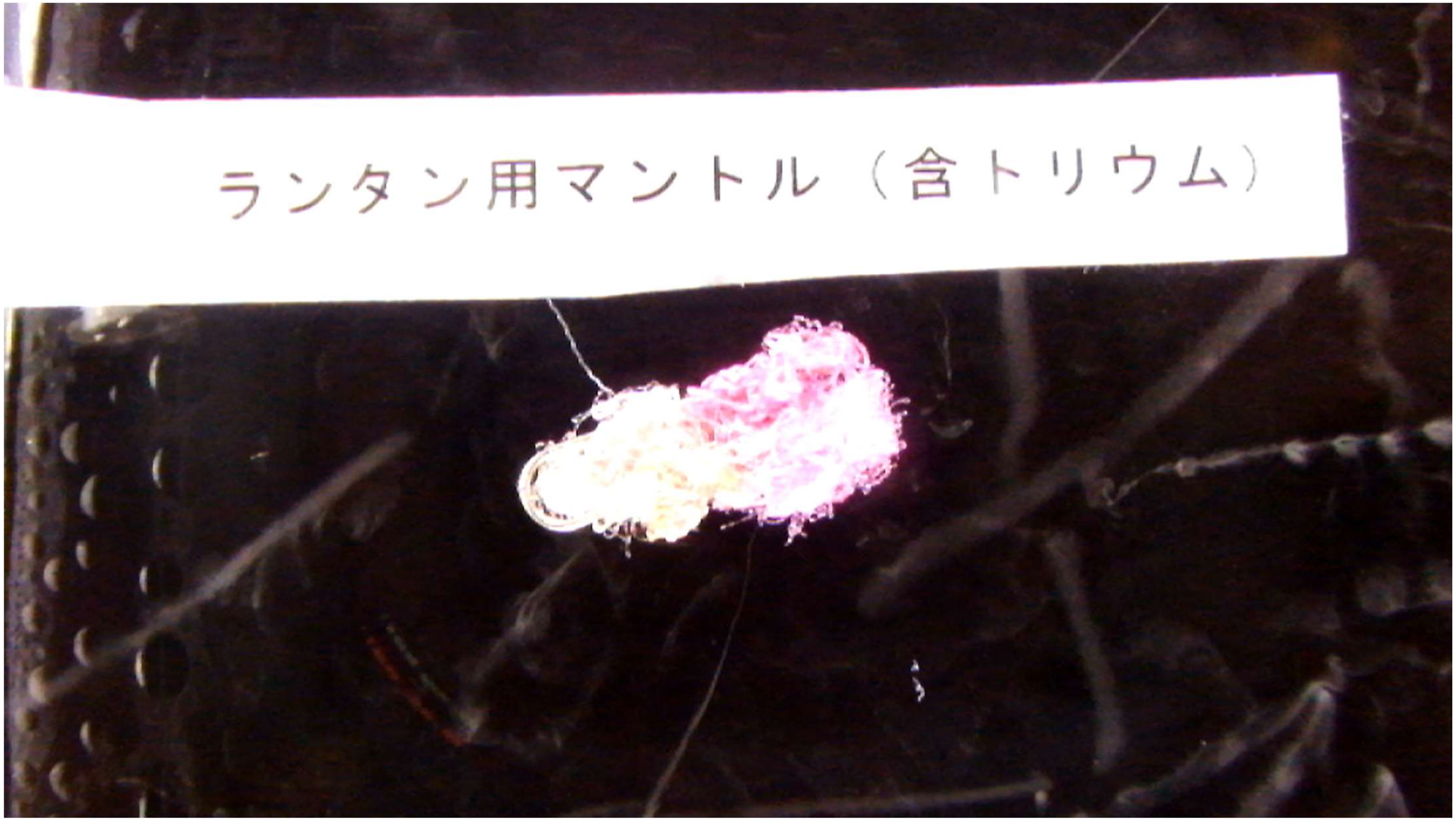
演示：モノの性質を変える

熱に強いゴムやプラスチック



強度を高めた
自動車のタイヤ

さっき、こんな飛跡が見えましたか？



放射線の量 (p.10)

- 放射線の数

  … ベクレル

  １秒間に何個とんでるか

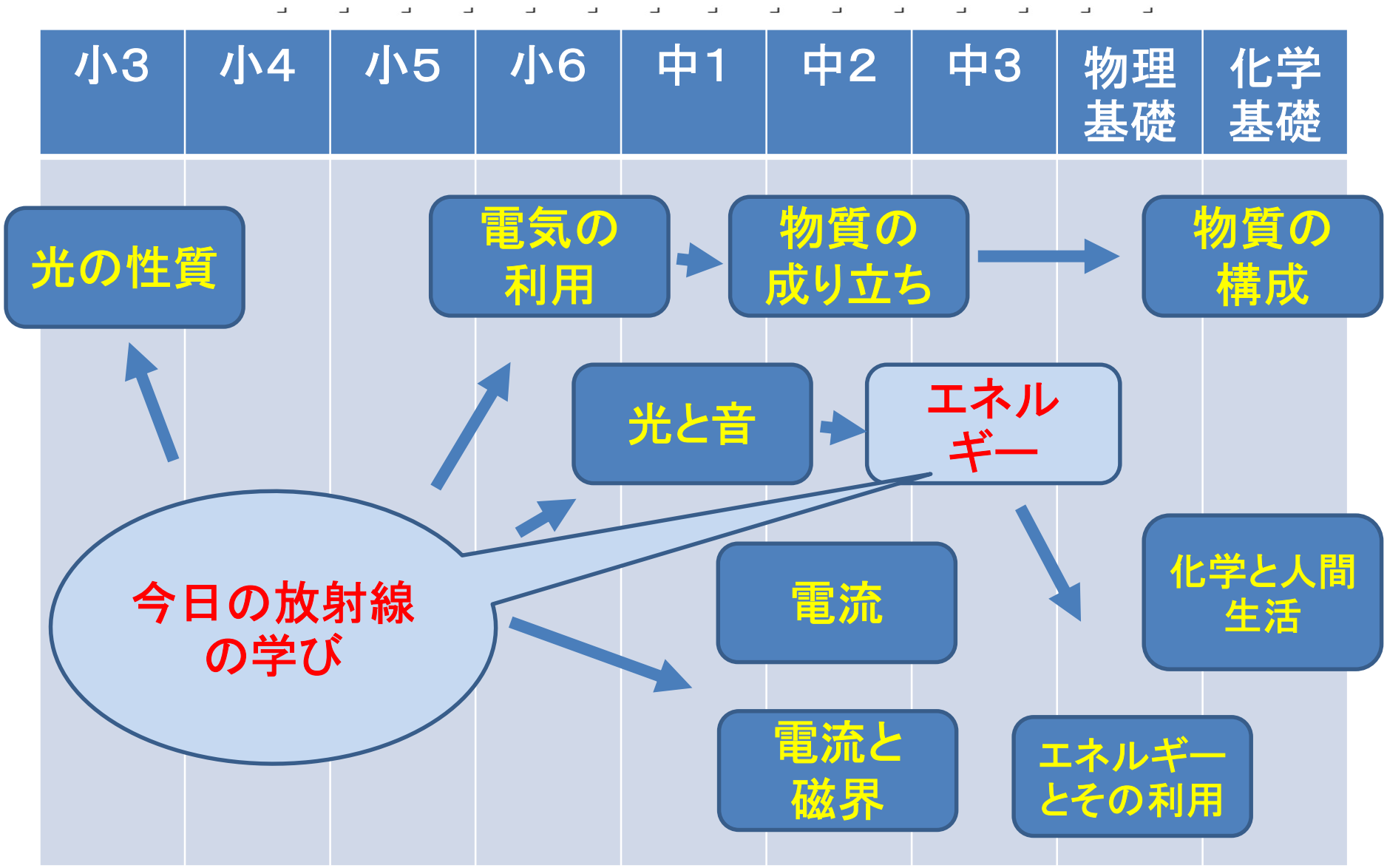
- 放射線の影響の大きさ

  … シーベルト

  どれくらいの影響を受けるか

- はかるくんの数字はこのシーベルト

(※ α線、β線など放射線の種類によって

体への影響の大きさは違う)

今日の学びのつながり(理科)