

# 校内の放射線量測定から 高レベル放射性廃棄物の 処分方法を考える

加古川市立平岡中学校 佐野綾香



## 単元「電流の性質とその利用」

	時間	学習活動・内容
第1次	16	電流の性質
第2次	7+3	電流の正体 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 静電気(2)</li> <li>2. 静電気と電流の関係(1)</li> <li>3. 電流の正体(3)</li> <li>4. 放射線の発見とその利用(1+3)</li> </ol>
第3次	8	電流と磁界

## プラスした時間の目標

高レベル放射性廃棄物処分の必要性と課題について知る。

	学習活動・内容
第1時	放射線の発見とその利用
第2時	校内放射線測定
第3時	ベストオブ処理方法を考えよう①
第4時	ベストオブ処理方法を考えよう②

# プラスした3時間の授業の流れ

	学習活動	主な活動の流れ
I. 第2時	校内放射線測定	<ul style="list-style-type: none"><li>・校内6箇所の放射線量を高い順に予想する</li><li>・放射線測定器を使って校内6箇所の放射線量を測る</li><li>・測定結果をふまえ身の回りの放射線被ばくを知る</li><li>・被ばく防護の3原則を知る</li></ul>
II. 第3時	ベストオブ処理方法を考えよう①	<ul style="list-style-type: none"><li>・日本は火力発電の割合が高くCO<sub>2</sub>を多く排出していることを知る</li><li>・日本のエネルギー自給率が低いことを知る</li><li>・原子力発電は、CO<sub>2</sub>を出さないが、高レベル放射性廃棄物が出ることを知る</li><li>・高レベル放射性廃棄物のベストな処理方法を被ばく防護3原則と半減期に注意して班で考える</li></ul>
III. 第4時	ベストオブ処理方法を考えよう②	<ul style="list-style-type: none"><li>・各班の処分方法を発表する</li><li>・それぞれ処分方法のメリット・デメリットを考える</li><li>・クラスでベストな処分方法を決める</li><li>・地層処分をすることに決まっていること、他の処分方法の課題を知る。</li></ul>

# I . 校内の放射線測定

予想

平岡中学校のどこに放射線があると思う？  
多いところから順位をつけてみよう。



# ワークシートの表

場所	予想	結果	測定値	メモ（周りのようすや気づいたこと）
1 教室			$\mu\text{Sv/h}$	
2 鯉の池（の上）			$\mu\text{Sv/h}$	
3 希望の像			$\mu\text{Sv/h}$	
4 運動場			$\mu\text{Sv/h}$	
5 体育館			$\mu\text{Sv/h}$	
6 プール			$\mu\text{Sv/h}$	
7			$\mu\text{Sv/h}$	

考察データからどんなことが考えられるか。

# 使い方 放射線測定器

1. 電源をつける。
2. 35秒待つ。
3. 測定したい場所に持っていき、60秒後に表示された測定値をワークシートに記入する。
4. ③を繰り返す。

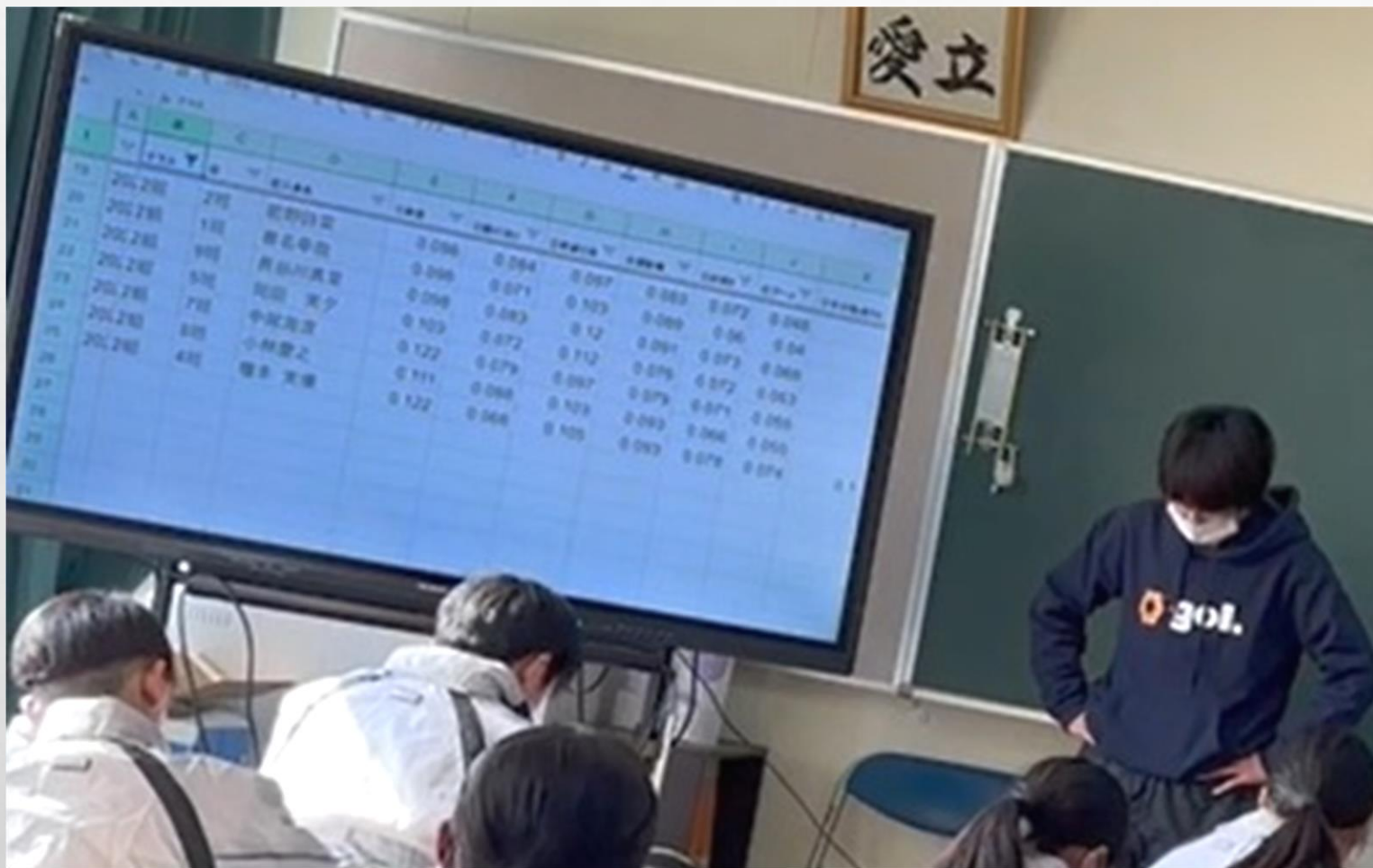
※ブザーボタンを押すと、放射線が通過するたび音が鳴る。







# 2年6組の場合



場所	予想	結果
1 教室		①
2 鯉の池 (の上)		③
3 希望の像		④
4 運動場		⑤
5 体育館		②
6 プール		⑥
7		

事前の測定では、希望の像が最も高かった

# 校内放射線測定結果

クラス	班	①教室	②鯉の池	③希望の	④運動場	⑤体育館	⑥プール
1組	1班	0.115	0.065	0.084	0.083	0.080	0.049
1組	2班	0.117	0.069	0.082	0.092	0.077	0.044
1組	3班	0.181	0.080	0.081	0.091	0.079	0.085
1組	4班	0.117	0.066	0.080	0.074	0.072	0.060
1組	5班	0.108	0.090	0.095	0.098	0.072	0.051
1組	6班	0.108	0.068	0.096	0.089	0.081	0.040
1組	7班	0.121	0.066	0.082	0.082	0.072	0.044
1組	8班	0.018	0.073	0.091	0.038	0.084	0.045
1組	9班	0.104	0.006	0.082	0.100	0.094	0.052

クラス	班	①教室	②鯉の池	③希望の	④運動場	⑤体育館	⑥プール
2組	1班	0.098	0.071	0.103	0.089	0.06	0.04
2組	2班	0.098	0.084	0.097	0.083	0.072	0.048
2組	3班	0.114	0.078	0.081	0.089	0.075	0.06
2組	4班	0.122	0.068	0.105	0.093	0.078	0.074
2組	5班	0.103	0.072	0.112	0.076	0.072	0.063
2組	6班	0.099	0.067	0.105	0.088	0.065	0.052
2組	7班	0.122	0.079	0.097	0.079	0.071	0.055
2組	8班	0.111	0.088	0.103	0.093	0.066	0.055
2組	9班	0.098	0.083	0.12	0.091	0.073	0.068
6組	10班	0.099	0.080	0.084	0.087		0.054
6組	1班	0.126	0.085	0.104	0.103		0.065
6組	2班	0.111	0.070	0.089	0.087		0.048
6組	3班	0.097	0.077	0.079	0.100		0.048
6組	5班	0.099	0.067	0.109	0.100		0.059
6組	6班	0.106	0.072	0.09	0.093		0.051
6組	6班	0.103	0.072	0.109	0.083		0.059
6組	7班	0.095	0.059	0.080	0.090		0.043

$\mu\text{Sv}/\text{h}$  (マイクロシーベルト毎時)

	<b>1 Sv</b>	①	<b>0 mSv</b>	②	<b>00 <math>\mu\text{Sv}</math></b>
③	<b>1 Sv</b>		<b>1 mSv</b>	④	<b>00 <math>\mu\text{Sv}</math></b>
⑥	<b>1 Sv</b>	⑤	<b>1 mSv</b>		<b>1 <math>\mu\text{Sv}</math></b>

$\mu\text{Sv}/\text{h}$

放射線の量(ミリシーベルト)

単位 1シーベルト(Sv)=1,000ミリシーベルト(mSv)  
1ミリシーベルト(mSv)=1,000マイクロシーベルト( $\mu$ Sv)  
1マイクロシーベルト( $\mu$ Sv)=0.001ミリシーベルト(mSv)

1,000 ————【1,000ミリシーベルト】吐き気、嘔吐(1回)

**1,000,000 $\mu$ Sv(吐き気、嘔吐)**

500 ————【500ミリシーベルト】白血球一時減少(1回)

線量が100ミリシーベルトを超えるとがん死亡のリスクが徐々に増えると言われています。

100 ————【100ミリシーベルト】原子力や放射線を取り扱う作業者の追加被ばく線量限度(5年)

10 ————【10ミリシーベルト】ブラジル/ガラハリでの自然放射線(年間)

5 ————【6.0ミリシーベルト】CTスキャン(1回)による人工放射線



**2100 $\mu$ Sv (2.1mSv)  
(自然放射線 日本平均(年間))**

1 ————【1.0ミリシーベルト】一般公衆の追加被ばく線量限度(年間) ※医療は除く

0.5 ————【0.6ミリシーベルト】胃のX線集団検診(1回)による人工放射線



**50 $\mu$ Sv(胸のX線)**

0.1 ————【0.05ミリシーベルト】胸のX線集団検診(1回)による人工放射線



0.001 ————【0.001ミリシーベルト】1マイクロシーベルト( $\mu$ Sv)

**0.100 $\mu$ Sv**

0.0001 ————【0.0001ミリシーベルト】0.1マイクロシーベルト( $\mu$ Sv)

参考資料:日本原子力研究開発機構「放射能ってなんだろう?」より  
(独)放射線医学総合研究所 放射線被ばくの早見図より

# 放射線を避けるためには...？

(放射線量を減らす)

遮蔽  
する

距離  
をあける

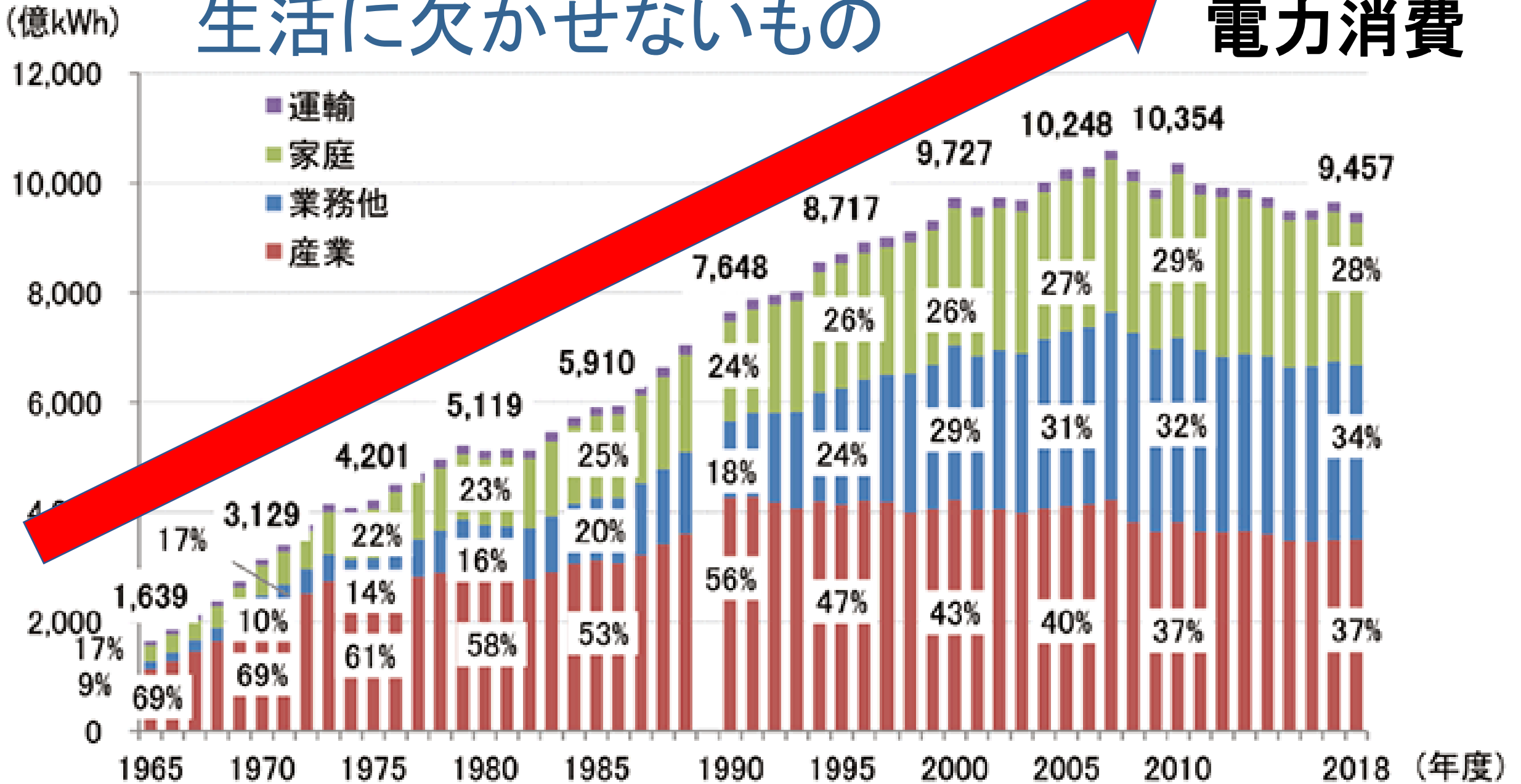
長い  
時間  
浴びない

## Ⅱ. ベストオブ処理方法を考えよう

①

# 生活に欠かせないもの

# 電力消費



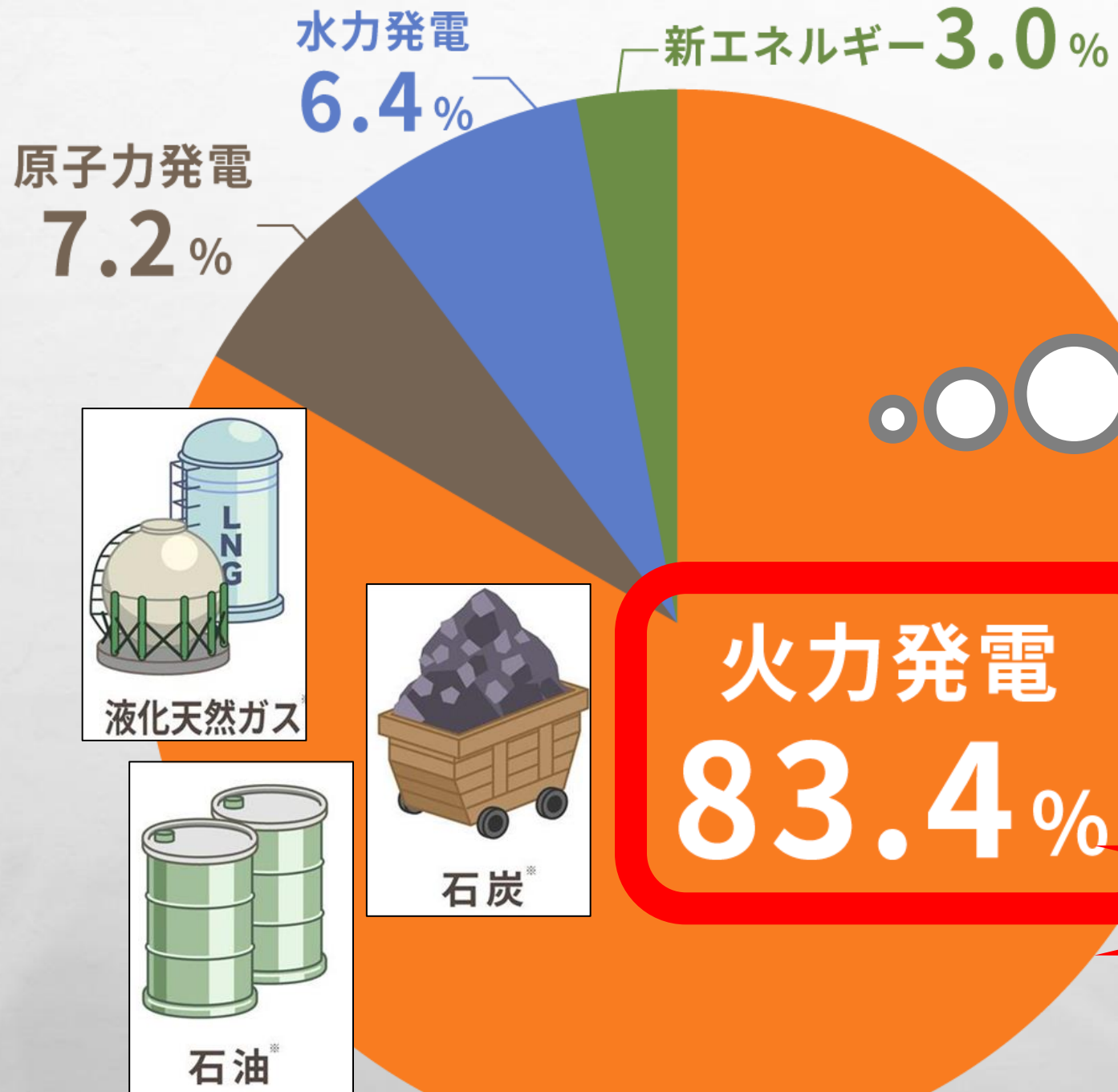


# 今後もなくってはならない電気

## どうやって作られている？

1番多く利用されている  
発電方法は何でしょう？

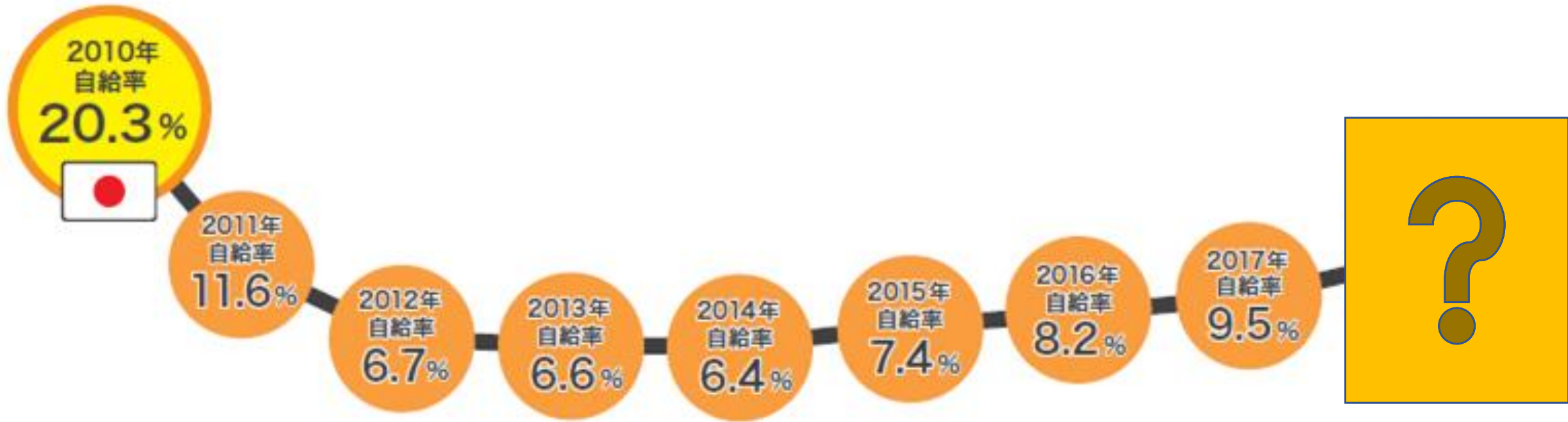




# エネルギー自給率

日本でとれる（確保できる）一次エネルギー

今（2018年）使っているエネルギー（電気）の  
何%が日本産でしょう？



一次エネルギー：石油、天然ガス、石炭、原子力、太陽光、風力などのエネルギーのもともとの形態

エネルギー自給率：国民生活や経済活動に必要な一次エネルギーのうち、自国内で産出・確保できる比率

~~二酸化炭素~~

~~CO<sub>2</sub>~~

~~(温室効果ガス)~~

原子力発電

7.2%

水力発電

6.4%

新エネルギー 3.0%

火力発電

83.4%

その代わり...



高レベル放射性廃棄物



## オーバーパック (金属製の容器)

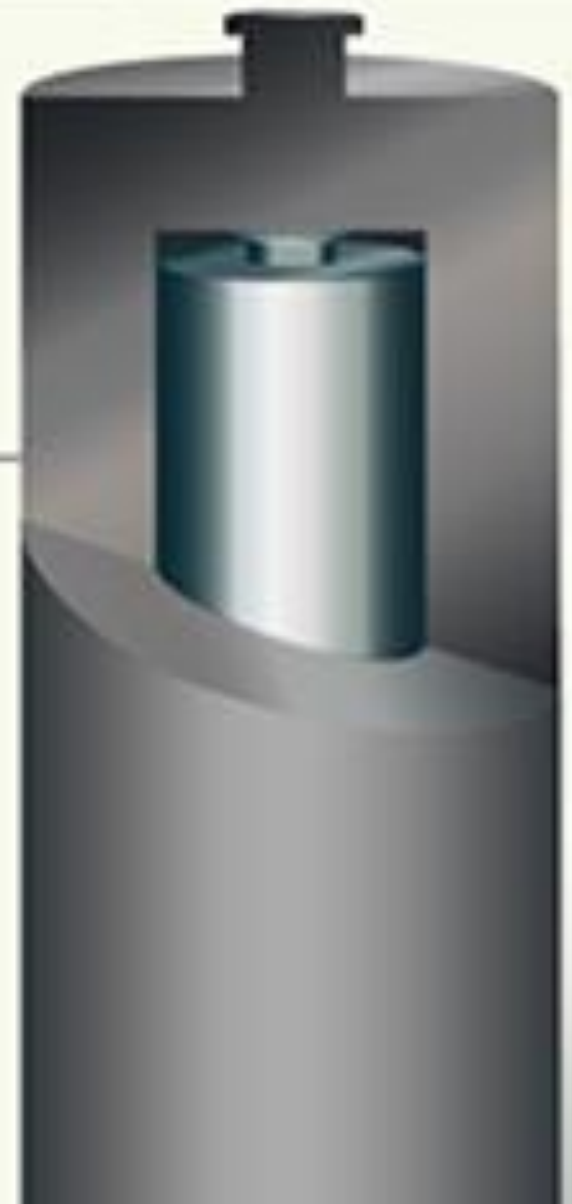
高さ：約170cm

直径：約80cm

厚さ：約20cm

重さ：約6トン  
(オーバーパックのみ)

材質：鉄(炭素鋼)



# ガラス固化体

二酸化炭素を排出せず ⇒環境に優しい  
安定して電気を供給できる ⇒使い勝手が良い

原子力発電

使った結果現在...



100本 × 260 = 2万6千本

26,000本

保管しきれない!!









堆積岩

ホウケイ酸ガラス  
放射性物質をガラスの中に閉じ込め地下水に溶け出しにくくする

ガラス固化体

オーバーパック

結晶質岩

金属製の容器  
地下水をガラス固化体に触れにくくする  
地下は酸素が少ないので腐食の進行は極めて遅い

緩衝材

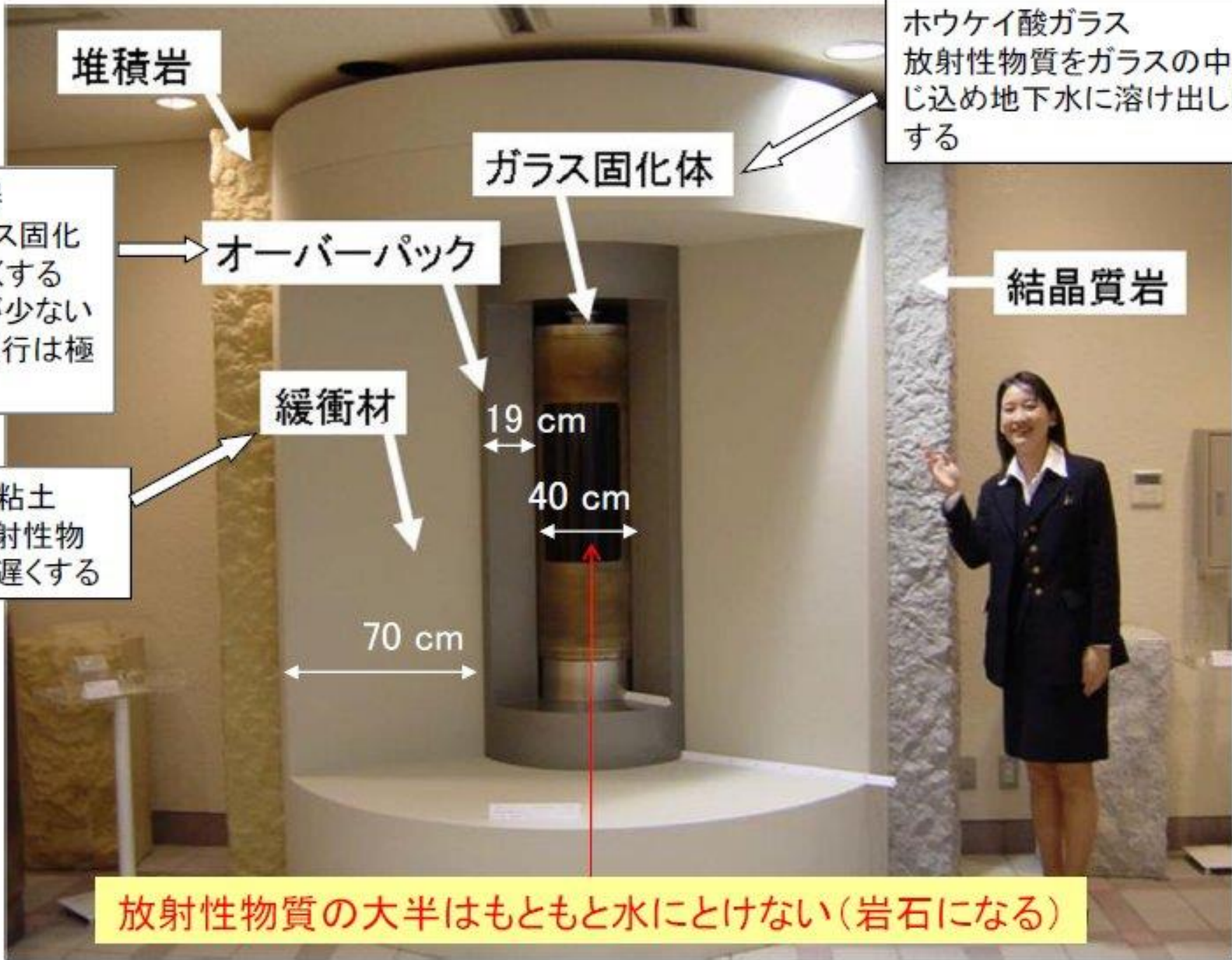
19 cm

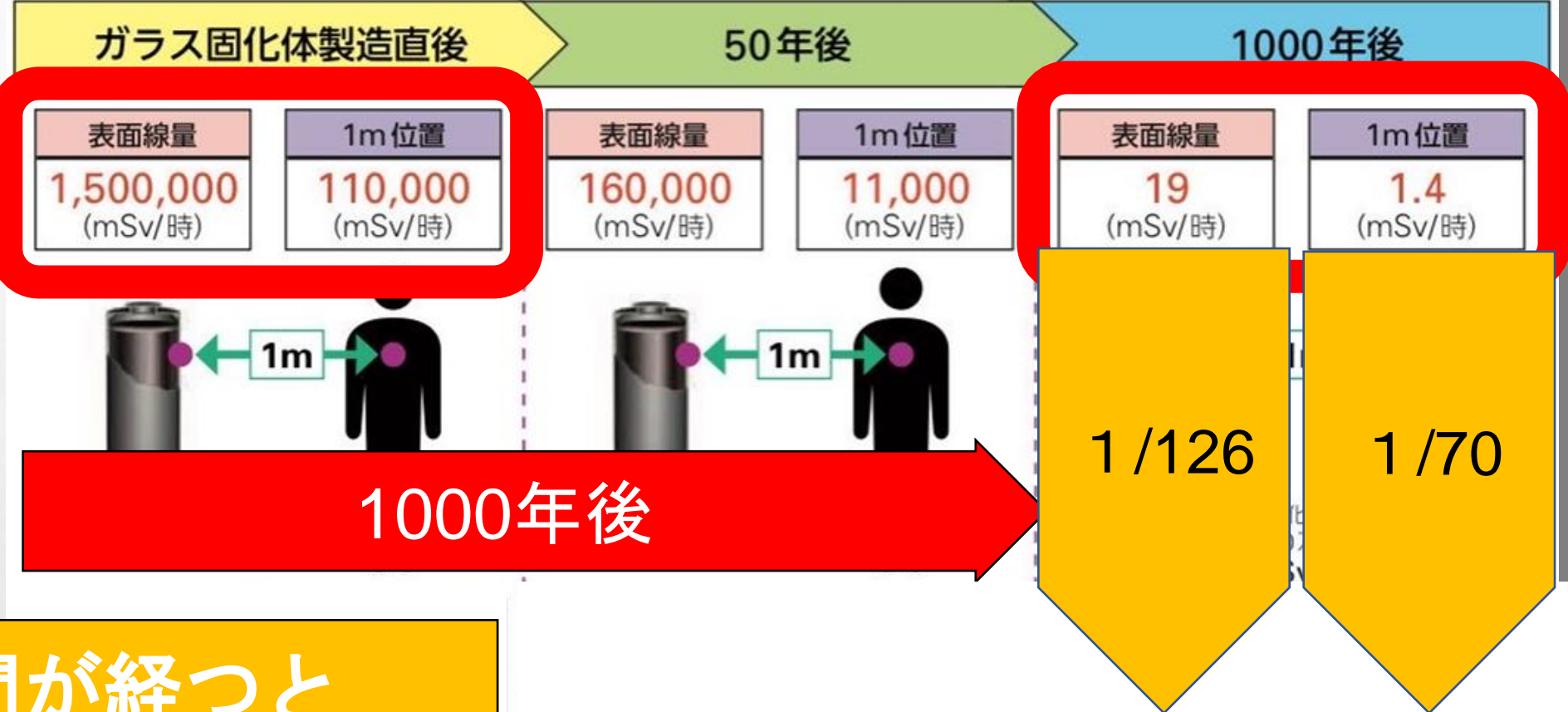
40 cm

締め固めた粘土  
地下水と放射性物質の移動を遅くする

70 cm

放射性物質の大半はもともと水にとけない(岩石になる)





長い時間が経つと  
だんだん減る

放射能が  
半分になる時間

半減期

**この高レベル放射性廃棄物  
(ガラス固化体) を  
どう処分する？**

**総理大臣が高レベル放射性廃棄物を  
処分しようとしています。**

**しかし、国民の安全も守らないといけません。**

**日本の環境も守らないといけません。**

**そんな要望に応えるために  
プロジェクトチームを立ち上げます！  
それが君たちです！！**

どんな方法で、どのように処分するか。

放射線の特徴「時間」「距離」「遮蔽」や

「半減期」「透過性」などに注意して、

ベストオブ処理方法を考えてみましょう！



# 班ごとに話し合い

○ ベストオブ処理方法を考えよう

プロジェクト名	
どこに?	
どのように?	
何に注意した?	



# Ⅲ. ベストオブ処理方法を考えよう

②



地中に埋める(カナダ)カナダの中で1番人が少なく火山が少なく、できるだけ北の方に埋める。

ブラックホールにガラス固化体を発射する 発射が失敗した場合に備えて、海の上で発射する

専用プール作戦(使われていない島)金属で囲ったプールの中に入れる笑 人に被害のないように島にした笑

ガラス固化体をぶっこわす!!(鳥取)

太陽で燃やす(太陽)

宇宙船に乗せて宇宙にポイ!(半年に1回ほど10人程度)

海に埋める

火山に突き落とす(マウナ・ロアが桜島)

koppamizinn(宇宙)宇宙に細かくしてロケットで飛ばす

森林を伐採しなければならない。

被害が少ない

悪用されにくい

反対意見がきつと多い

コストがかかる

「なぜ日本で出たものをカナダに捨てるんだ!」という批判が殺到しそう

この中で一番地球に害が少ない

コストがあまりかかりにくい

プールは遊ぶもの

プールに恨まれるぞ

魚に影響が少ない

安全

鳥取県民が大反対すると思う

鳥取県民から恨まれると思う

鳥取県の自然環境が破壊される可能性がある。

考えが無責任すぎる

歴史にのる

歴史になっても悪い歴史になる

ユニークな発想

鳥取県民の人たちは優しいから別に怒らない

コストがかかる

コストがかかるうえ、太陽まで行くまでに

地球に害がない

魚に恨まれるぞ

海の生態系が崩れてしまう可能性がある

海水汚染が発生する可能性がある

宇宙ゴミの問題が深刻化すると思う

持っていきのがしんどい

ロケットに乗ってる人はどーなるんですか

宇宙ゴミの問題が深刻化すると思う

ブラックホールからの距離1600光年ですよー

2年1組

①埋め立てるときにガラス固化体を使ってポートアイランドみたいな人口の島を作る☆彡

## ②北極の海に沈める

③砂丘の地下に埋める

④壁の分厚い部屋にバケツに入った何トンも水を置く

⑤コンクリートの地震が少なく海から離れたところの地下に埋める

⑥タイヤの耐熱性や耐久性を上げる為に使う(リサイクル)

⑦地下で誰も入ってこない壁の分厚い部屋に閉じ込める

⑧山奥に地下掘って水を入れて底に埋める。もし満タンになったらまた掘ってもらう。

⑨金属の容器に放射線を入れて海に沈める

一番現実性がある

放射線がすごく冷やされるから安全そう

地下に埋める点

海から離れたら放射線が透過しませんか？

リサイクルできるならそれが良さそう

誰も入ってこないなら管理が難しそう

山奥だと自然が破壊されませんか？

魚はどうなるんですか？

排他的経済水域が減りませんか？

どうやってそこまで運ぶんですか？

誰もが納得できる埋め立て地を探さないといけない

どうやってリサイクルしますか？

高熱過ぎて木などが燃えませんか？

地下にいる動物たちに影響が出ませんか？

一番いいと思います

地下ってどこまで掘るんですか？

宇宙処理作戦  
(金星へ)  
宇宙で長年置いとく

溶岩処理作戦  
(人がいない複数の場所)高レベル放射性廃棄物を火山にある溶岩で溶かす。

無人島埋め立て作戦  
(国内の無人島)・国内の無人島の地下に貨物の中に入れたガラス固化体を埋める

第二のピラミッド大作戦(鳥取砂丘)砂の中に埋めて上に金属のピラミッドを建てる

宇宙打ち上げ大作戦(どこかの惑星)

海底金属保管部屋「日本中の海底」

海底処理軍(海底)

再利用作戦(地中に埋める)上には金属を敷いて遮蔽する

海底埋め埋め大作戦(海底へ)

宇宙人が危険そう

噴火しない限り安全

無人島だと島の管理がしやすい、自衛隊が置きやすい

怖いイメージがあるけどそれを少しでも親しみやすくするのが良いと思った

ロケットは危ないね

保存するか、それを利用して、電気を作るのがすごいと思ったから。

持っていく方法が確実ではない

安全で発電で再利用できるのが良いと思った

再利用できるのがいいと思った

噴火してしまったら危ない

無人島でどのように管理するのか？

被害が出にくく、1箇所で管理しやすいから。

コストがかかる(費用、燃料)

海の生態系が壊れて、影響を及ぼす可能性がある

「どこかの惑星」ということが不確定要素なので危険だと思う

説明がわかりやすかった事と、保存だけでなく、その外見にまで気にしていたことがすごいなと思いました。

ピラミッドにするのはいいと思った

誰も考えなそうなることを考えてすごいなと思った。

もしロケットが落ちて大被害になったときどうする？

ばくだいの費用がひつようそう。

観光客減って鳥取県の財力が落ちる

保管しながら観光資源にできて良いと思った。

あまり安全性が足りないね

もしロケットが墜落したらどうするのか？

砂漠なら人に被害が少なそう

天然記念物の鳥取砂丘にピラミッドを作るのは良くない

星に置くのは怖い

惑星がかわいそう

常に地面から放射線が出ているのではないか！？

埋めるだけじゃなく利用できることが良い

2年6組

## 2年1組の場合

- |    |            |    |            |
|----|------------|----|------------|
| 1班 | 地中に埋める     | 6班 | 宇宙に送る      |
| 2班 | ブラックホールに送る | 7班 | 深い海に沈める    |
| 3班 | 専用プールで管理   | 8班 | 活火山の火口に落とす |
| 4班 | 鳥取砂丘に処分    | 9班 | 宇宙に送る      |
| 5班 | 太陽で燃やす     |    |            |

専用プールで管理するがベストとなった

## 2年2組の場合

- |     |             |     |           |
|-----|-------------|-----|-----------|
| 1 班 | 埋立て地の地下に埋める | 6 班 | タイヤに再利用   |
| 2 班 | 北極の海に沈める    | 7 班 | 地層処分      |
| 3 班 | 砂丘の地下に埋める   | 8 班 | 地下に埋め水で囲む |
| 4 班 | 分厚い壁で管理     | 9 班 | 海に沈める     |
| 5 班 | 地層処分        |     |           |

タイヤに再利用がベストとなった



## 2年6組の場合

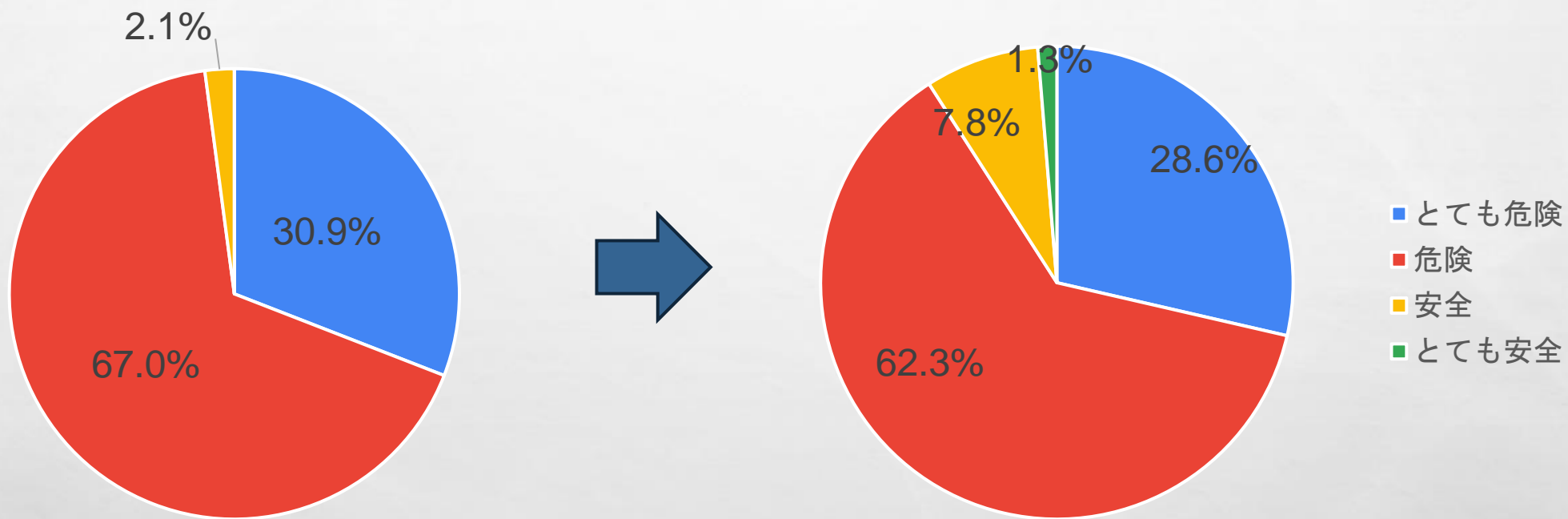
- |    |          |    |            |
|----|----------|----|------------|
| 1班 | 宇宙に送る    | 6班 | 海底処分       |
| 2班 | 溶岩で溶かす   | 7班 | 海底処分       |
| 3班 | 無人島に地層処分 | 8班 | 地表に埋め金属で遮蔽 |
| 4班 | 鳥取砂丘に処分  | 9班 | 海底処分       |
| 5班 | 惑星に送る    |    |            |

鳥取砂丘に処分がベストとなった

# 成果と課題

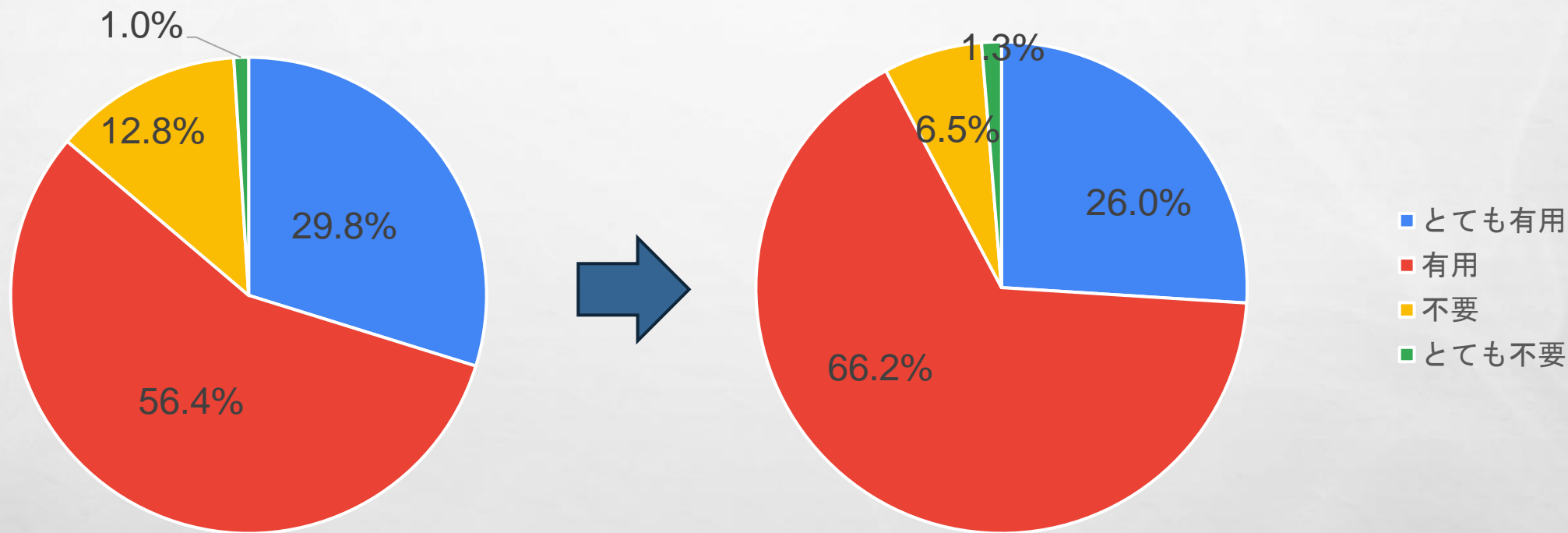
放射線の授業を終えて

あなたは放射線が危険だと思いますか。



危険の感じ方が変わった

あなたは放射線が役に立つ(有用)と思いますか。



放射線の有用性が高まった

## 放射線の授業を終えて

放射線のイメージを書いてください。授業前とイメージが変わった人は、どう変わったのかを書いてください。

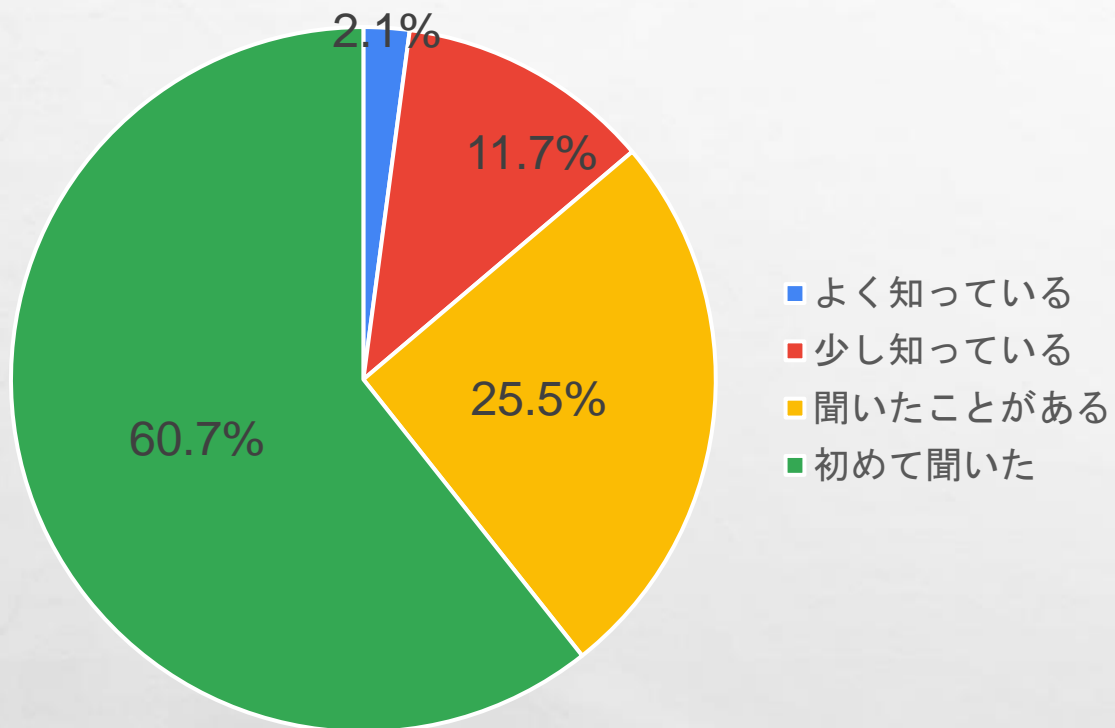
- 身の回りでも使われているとわかりました。
- いいように使えば便利なものだと思います。
- 正しく取り扱えば全く危険なものではなく、むしろ有効活用できる。しかしとても危なくなる可能性もある。

放射線測定器で周りの放射線量を知ってどう思いましたか。

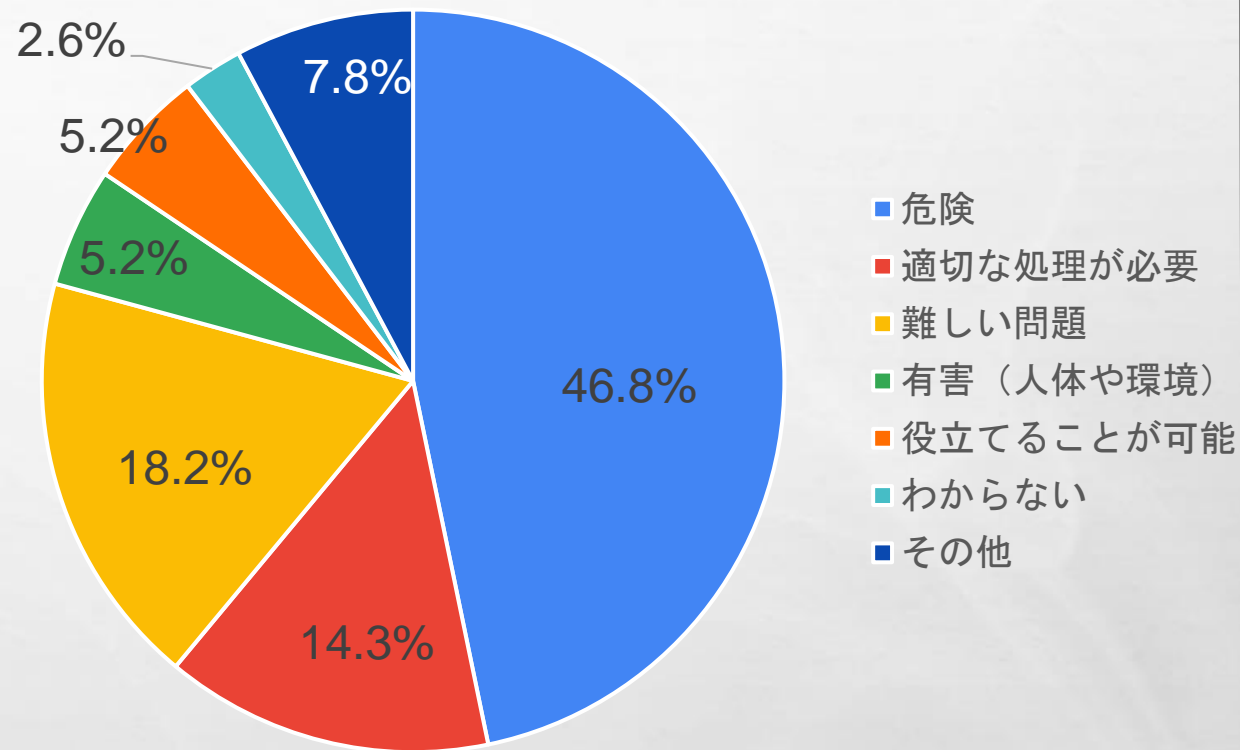
- 身の回りに意外とたくさんあって怖いと思ったけど身の回りに放射線があっても特別害にはならないからそんなに危険なものではないんだと思った。
- 意外と日常に溢れていて驚きました。でも今自分たちに害が出ていないので普通に生活するには大丈夫なんだなと思いました。

# 高レベル放射性廃棄物について

# 「高レベル放射性廃棄物」について知っていますか。



授業前



- ・いつか廃棄しなければならない
- ・とても危険だと思ったけど遮断したら大丈夫
- ・原子力発電するうえで出るものだからしょうがないと思った。
- ・高熱を出すと初めて知った
- ・地下に埋める方針だときいて、ほかにもっといい方法がないのかなと思いました。
- ・早くなくなればいいと思います。

授業後 どう思うか



## 生徒の意見

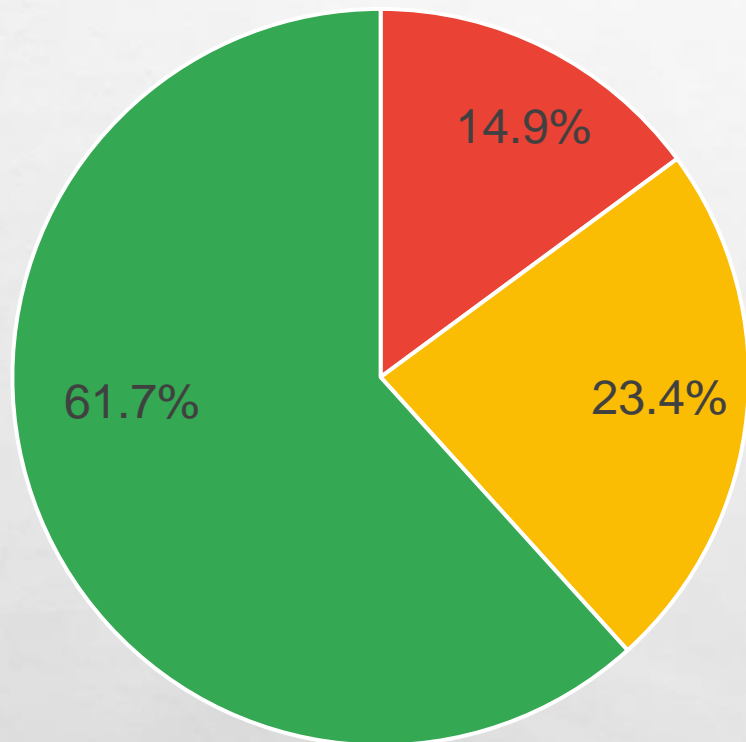
- 地震などの災害が起きたときに、危険を感じる。
- 役立てることが可能（放射線を再利用できる）
- 将来は、再利用できるようになるのでは

## 課題

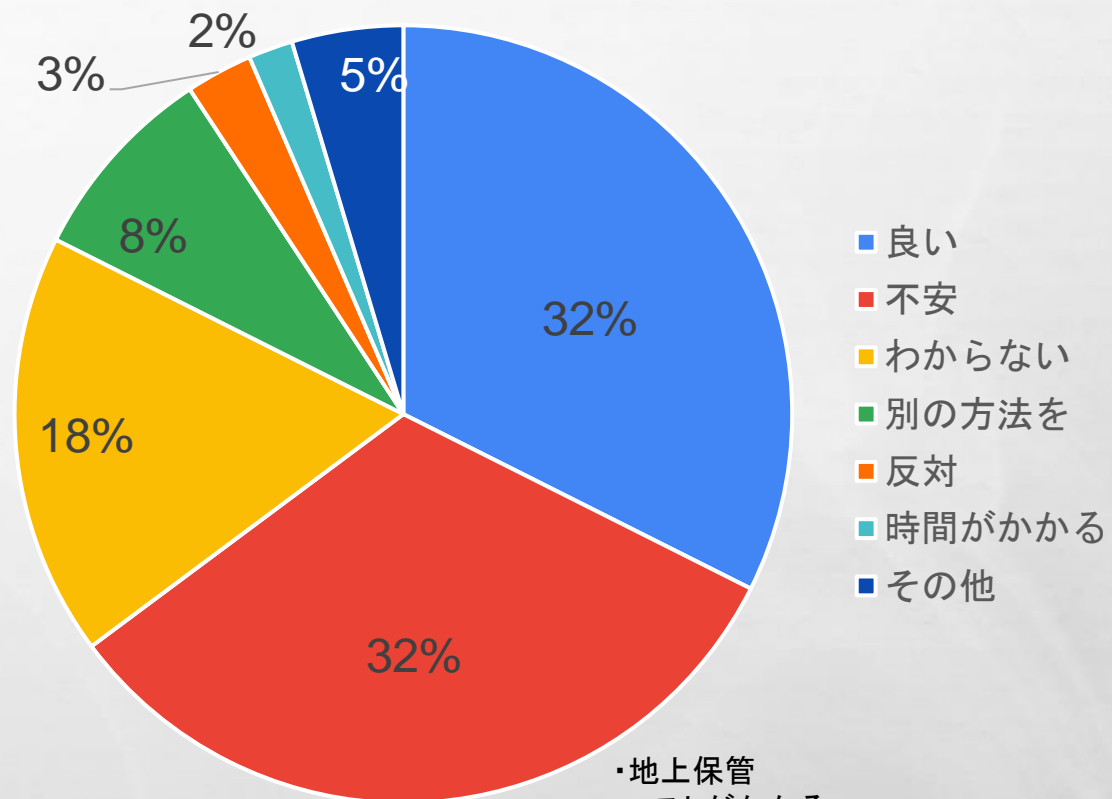
- 地震に対する危険の払拭
- 再利用ができるという誤った考え
- 時間感覚のズレ（今すぐでも**20**年かかる、長期スパン）
- 有用な放射線の利用の学習直後だったためか

# 地層処分について

# 「地層処分」について知っていますか。(授業前)



- よく知っている
- 少し知っている
- 聞いたことがある
- 初めて聞いた



- 良い
- 不安
- わからない
- 別の方法を
- 反対
- 時間がかかる
- その他

- ・地上保管
- ・コストがかかる
- ・処分地となる地域の意見を聞きたい
- ・多くの問題があるとわかった
- ・維持管理が難しい

授業前

授業後 どう思うか

## 生徒の意見

- 各クラスのベストオブ処理法の中で地層処分が入っていなかったが、授業後、「良い」が**3割**  
→今の技術でこれしかないのなら地層処分で（消極的意見）
- 「不安」が**3割**

- 放射線測定

成果 身の回りに放射線が存在することを知れた。

正しく怖がることができた。

課題 正しい実験結果が得られなかった。

- 高レベル放射性廃棄物

成果 原子力発電から出るゴミについて知れた。

課題 将来的に利用できるのでは...→安易な考え

放射線の特徴がうまく伝わっていなかった。

- 地層処分

成果 世界的にも日本でも地層処分が進められていることが知れた。

ベストとは思えないけど、「良い」という意見が**3割**

課題 地層処分に対するさらなる知識の定着

まとめ

- **1年次から3年間を見通した計画的な学習**
  - **1年次**：岩盤（地層）を利用した長期保管
  - 2年次**：放射線について正しい理解のうえで適切な処分
  - 3年次**：科学的な視点で地層処分地を検討
- **社会的な側面からの知識不足**
  - 処分場の決定するにあたって社会科の視点も必要
- **地層処分に時間がかかるという概念**
  - 具体的な処理方法の提示

ご清聴ありがとうございました