

# エネルギー教育からの地層処分へのアプローチ

技術教育研究所

杉江瞬<sup>1</sup>, 長南幸安<sup>2</sup>

弘前大学大学院地域社会研究科<sup>1</sup>, 弘前大学教育学部<sup>2</sup>

# ①水産高校における授業実践報告

## メタンハイドレートと地層処分

○杉江瞬<sup>1</sup>, 長南幸安<sup>2</sup>

○弘前大学大学院地域社会研究科<sup>1</sup>, 弘前大学教育学部<sup>2</sup>

# 報告内容

本報告は「北海道函館水産高等学校」における今年度の授業実践についての報告である。

- ①メタンハイドレートの安定条件や埋蔵地点を説明し、地層処分の安全性を提示する。
- ②授業を構成し、放射線や地層処分をどの学習内容で取り扱ったのかを報告する。

# 地下資源と地下埋蔵の 類似性を通じたアプローチ

# 過去に行った処理方法のアンケート(2021年度)

## ○選択内容

宇宙処分

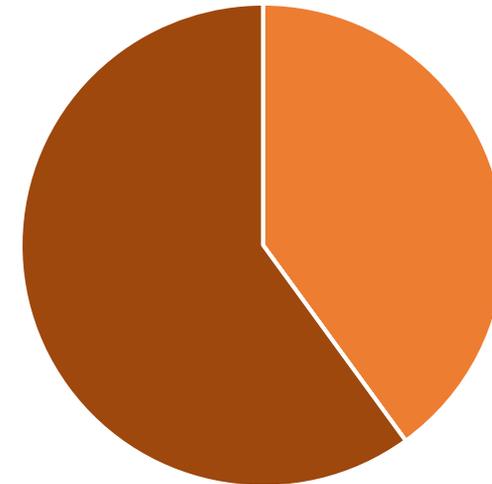
海洋底処分

氷床処分

長期保管

地層処分

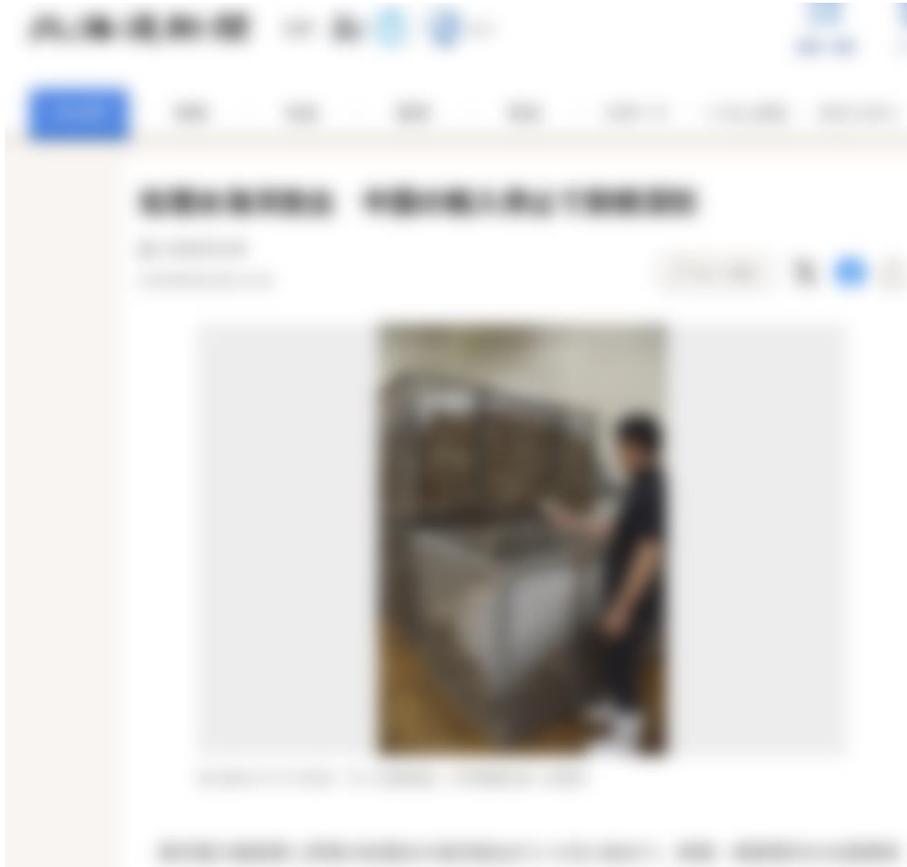
処分方法の選択(28人)



■ 宇宙処分 ■ 海底処分 ■ 氷床処分  
■ 長期保管 ■ 地層処分

水産高等学校でのアンケートでは、地層処分を選ぶ生徒は見られなかった。また、回答を控えた生徒も多く見られた。

# トリチウム水排出の影響



出典：北海道新聞 「処理水海洋放出 中国の輸入停止で釧根深刻」  
<https://www.hokkaido-np.co.jp/article/898013/>



出典：NHK 「ホタテ・ナマコへの影響は 処理水放出1か月で広がる水産業への打撃」  
<https://www.nhk.or.jp/kaisetsu-blog/100/487892.html>

**トリチウム水の海洋処理によって、多くの地域の水産業がダメージを受けた。放射性物質の処理に対し、悪いイメージがある。**

# 放射線に対する生徒の意見

## 生徒の意見(一部抜粋)

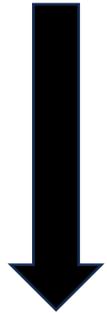
- ・ 海洋の放射線の濃度が上昇する可能性があり、海洋生物に対する影響があるのではないか。
- ・ 結果として、水質汚染や生物濃縮などに繋がり、生態系を壊してしまう可能性があるのではないか。

欠点の方を重要視し、海洋に対する放射線の影響から、ネガティブな思考になる生徒がほとんどであった。

# 地層処分に対する理解を促すアプローチ

アプローチ①

原子力発電  
放射線



放射性廃棄物  
地層処分

アプローチ②

原子力発電  
放射線



放射性廃棄物  
地層処分



地層・海底処分  
が安全であり、  
有効的である  
具体的な例

地層処分が安全であることを直接的に説明するより、  
地底の環境が安定的である具体的な例を提示する。

# 水産高校での実践内容

# 本実践でのアプローチ

## メタハイドレートと地層処分 を関連付けたアプローチ

- メタハイドレートの安定条件
  - 放射性廃棄物の地層処分

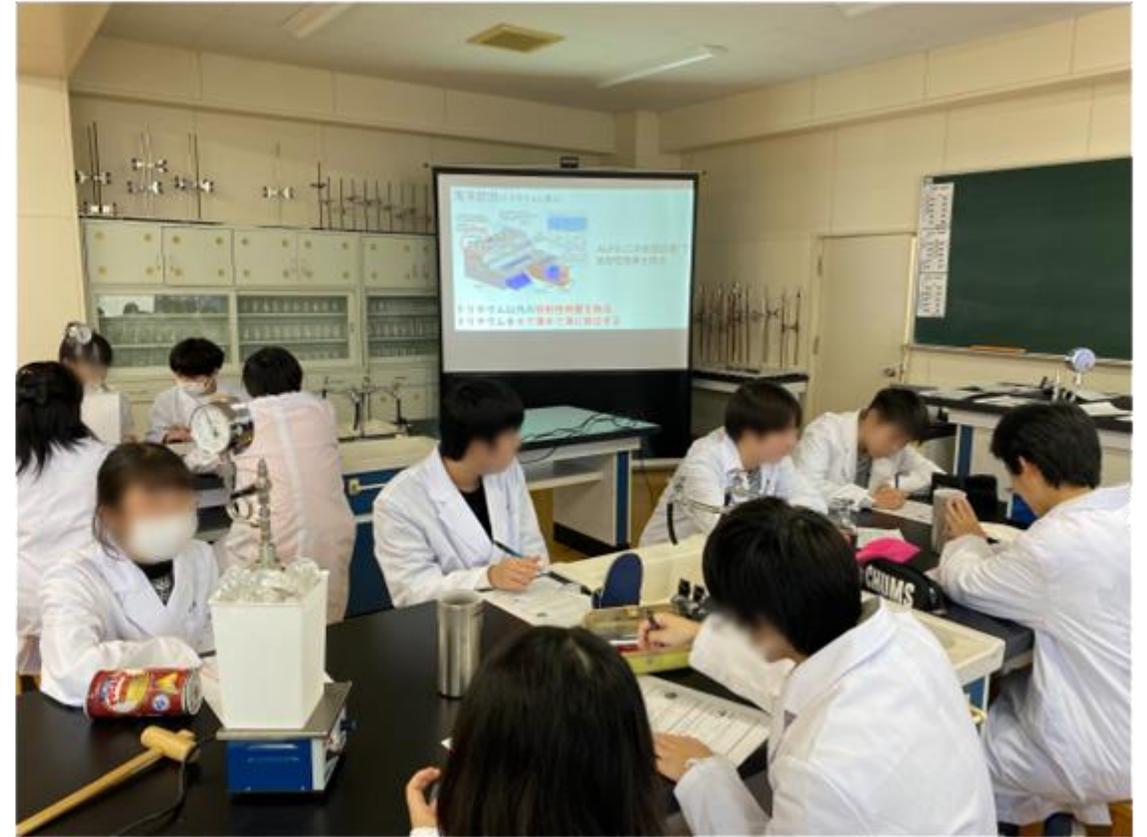
# 実践内容

## 授業構成

- ①メタンハイドレートの生成実験
- ②メタンハイドレートの基礎知識、利点・欠点
- ③従来の資源や発電方法の基礎知識、利点・欠点
- ④メタンハイドレートの観察・燃焼実験

放射性廃棄物の内容は、メタンハイドレート授業実践の一部で行った。実践内容では「使用後の資源」について考えた。

# 講義の様子



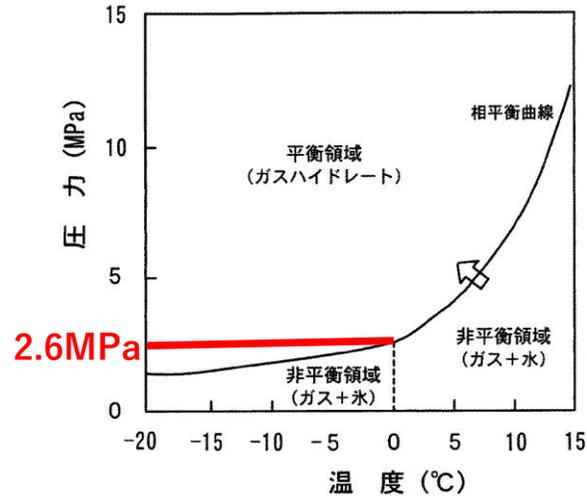
※北海道函館水産高等学校での様子

講義ではメタンハイドレートや地層処分の説明を行った。

**講義で用いた資料**

# メタンハイドレートの資料の一部

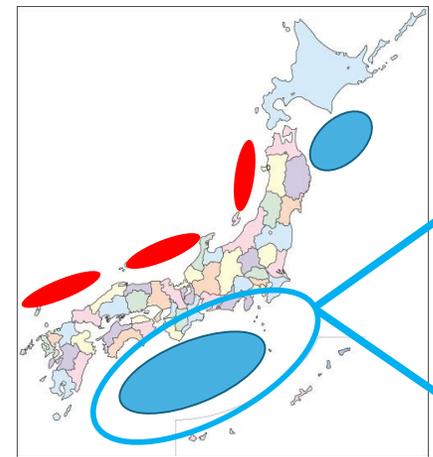
## メタンハイドレート生成(ハイドレート化)の条件



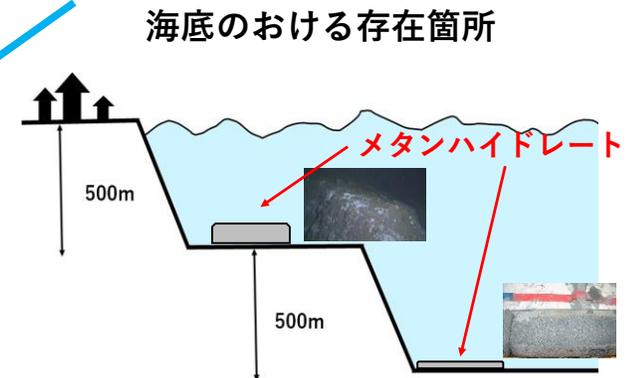
- 0°C、26気圧以上の圧力で生成できる。
- -80°C、1気圧以上の圧力で生成できる。

1気圧 = 0.1 MPa

## 世界・日本のメタンハイドレートの分布



※メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム  
●●はメタンハイドレートの分布箇所  
日本の埋蔵量だけで、天然ガス換算で、100年以上とされている。

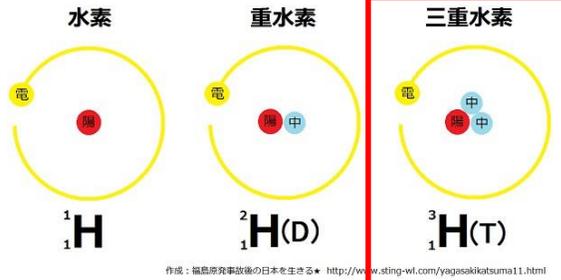


水深500m~1000m地点に存在する。

メタンハイドレートは一定の温度・圧力を維持し続ける必要があり、温度や圧力が少し変化するだけで、分解が起こってしまう。地底・海底では環境の変化が起こりづらく、安定している。

# 放射線に関する資料の一部

## 原子力エネルギーの問題点



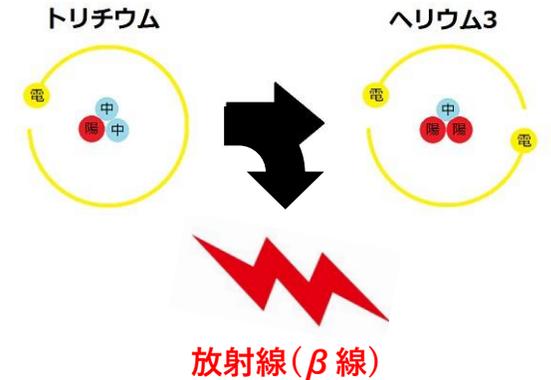
※トリチウム

- ①放射線を出す**トリチウム水**が海洋に放出される
- ②放射線を出す**放射性廃棄物**が残る。

## ②トリチウムとは

模式図		
原子核	陽子1つ	陽子1つ、中性子2つ
日本語名	軽水素 ※一般的な水素	三重水素
英語名	hydrogen ハイドロジエン	tritium トリチウム
表記	${}^1\text{H}$ または $\text{H}$	${}^3\text{H}$ または $\text{T}$

トリチウムは中性子数が水素より多い。  
不安定であり、分子が自壊(崩壊)する。

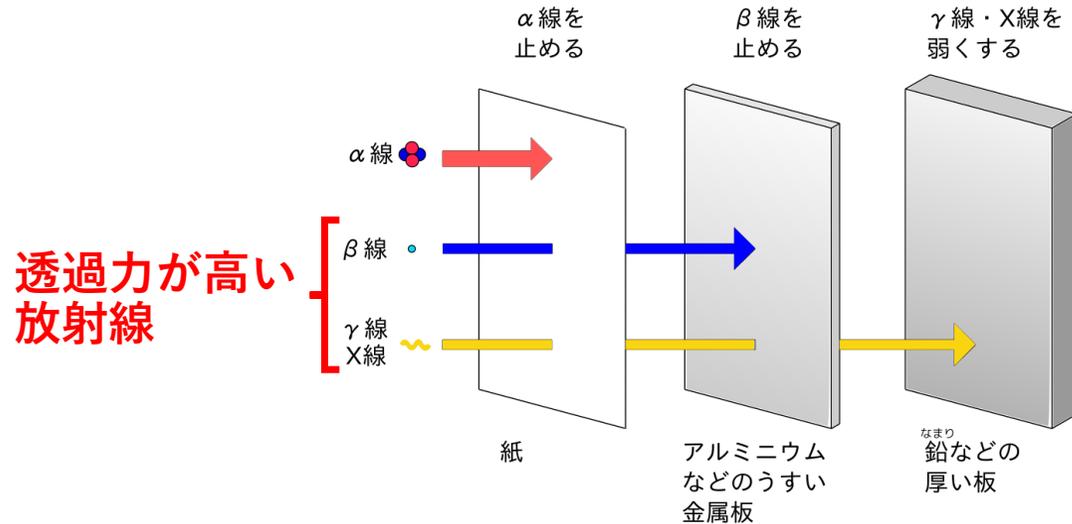


分子が自壊(崩壊)する時に、放射線(β線)を放出する。

放射線と海洋を関連付け、トリチウム水の海洋放出問題を用いて、今後の日本では放射性物質が深く関わってくることに言及した。

# 処分方法で用いた資料の一部

## ①放射性廃棄物における放射線の貫通度合(透過力)

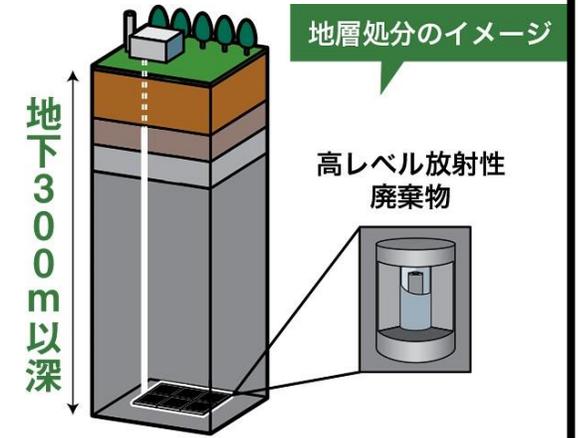


## 地層処分

放射線が発生させる物質  
・被曝の原因となる  
・自然消滅に数世紀かかる



地下に保管する必要がある



天然バリア：岩石中に放射性物質が吸収される  
無酸素空間：地殻中は廃棄物の容器が腐食しにくい

放射性廃棄物の処理方法について取り上げ、放射性廃棄物の透過度と、それに対応した処分方法の説明を行った。

# メタンハイドレートから 地層処分安全性の提示

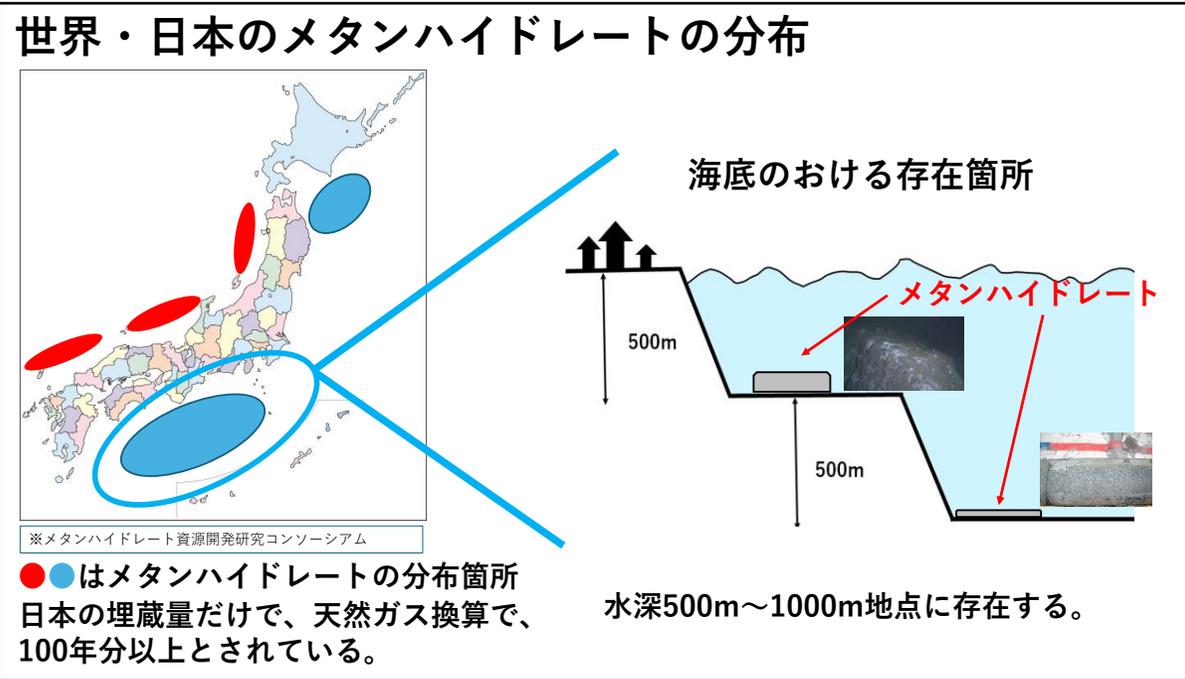
# メタンハイドレート研究開発の歴史

年代	出来事
1888年	メタンハイドレート報告
1965年	シベリア永久凍土環境下の地層中でハイドレートが形成されることを実証
1980年	青木他により、南海トラフ周辺海域でBSR発見の報告。これ以降、他の日本周辺海域でも、BSR発見の報告続
1989年	奥尻海嶺でメタンハイドレートコア確認
1990年	四国沖南海トラフでメタンハイドレートコア確認
1996年	メタンハイドレート探査を目的とした基礎物理探査「南海トラフ」「オホーツク」実施

引用：MH21-S 砂層型メタンハイドレート研究開発 「メタンハイドレート研究開発の歴史」  
[https://www.mh21japan.gr.jp/history\\_01.html](https://www.mh21japan.gr.jp/history_01.html)

**不安定なメタンハイドレートが、日本では少なくとも40年以上前から海底に存在しており、地底・海底は長い期間の安定的な環境を保つことができることを証明している。**

# メタンハイドレートと地層処分



### 地層処分

放射線が発生させる物質  
・被曝の原因となる  
・自然消滅に数世紀かかる

↓

地下に保管する必要がある

地層処分のイメージ

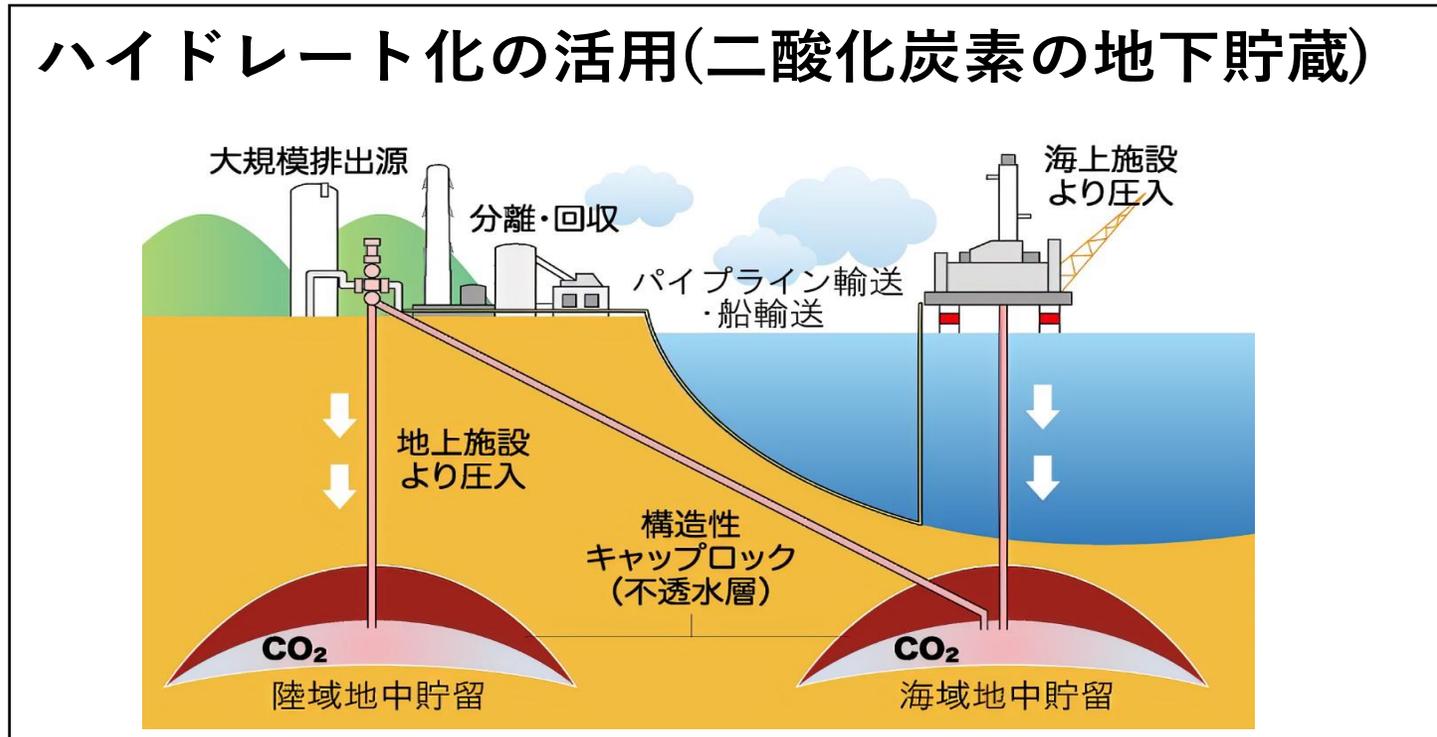
地下300m以深

高レベル放射性廃棄物

天然バリア：岩石中に放射性物質が吸収される  
無酸素空間：地殻中は廃棄物の容器が腐食しにくい

地底・海底では一定の温度、圧力、環境を維持できるといった点から、地底・海底に保存することに対する有効性を学習者に提示できるようになる。

# 地底・海底に保存する例



出典：J-POWER 「J-POWERの地球温暖化問題への取り組み」  
[https://www.jpowers.co.jp/bs/karyoku/sekitan/sekitan\\_q04.html](https://www.jpowers.co.jp/bs/karyoku/sekitan/sekitan_q04.html)

地底・海底の環境を利用する方法として、地下貯留がある。日本郵船では、二酸化炭素をドライアイスにして、海底に永久的に貯留する方法を計画している。

# 本実践における総括

# まとめ

- ① 学生や地域によって、放射性物質の取り扱いに対し偏見や先入観があるため、直接的に安全性を提示しない。
- ② 化学的な根拠だけでなく、実例等を用いることで、地底・海底という環境の安定性を印象付ける。

放射線や地層処分に関する学習内容を取り扱う場合、学生の**専攻分野やカリキュラムと関連付ける**ことや、具体的な例を提示することで、有効性の証明も図る。

## ②エネルギー教材の開発

学校教育での直接関係する項目

- 地下埋設のメリット（長期保存が出来る）
- 社会（遺跡の存在）
- 理科（化石燃料・化石の存在）

化石燃料に関するエネルギー教材を通して

# 電池教材

弘前市立石川中学校・東目屋中学校

- ① バグダッド電池
- ② 果物電池（金属の違い）
- ③ ガルバーニの動物電気
- ④ ボルタ電池
- ⑤ ダニエル電池

# 謝辞

本調査を行うにあたり、NUMOや函館水産高等学校の皆様には大変お世話になりました。この場をかりて、協力していただいた皆様へ心からの感謝を申し上げます。