

2020年度・2021年度
地層処分事業に係る社会的側面に関する研究
成果報告会

研究件名：社会啓発と科学コミュニケーター育成
を念頭に置いた「地層処分事業」への知的興味を
向上させる土木教育プログラムの研究

研究代表者：早稲田大学 小峯秀雄

2022年2月28日

目次

1. 研究計画の概要
2. 研究成果
3. 情報発信活動等
4. 支援期間終了後の展望等

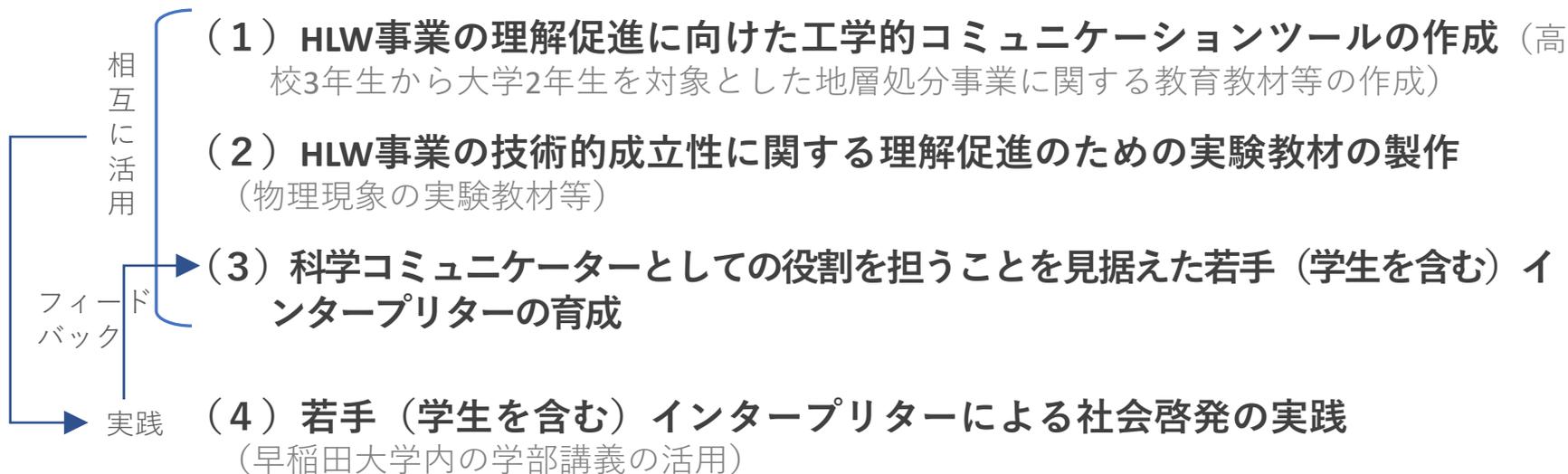
参考資料



1. 研究計画の概要

研究の目的、方法、想定している学術的成果(研究の学術的新規性等)

研究活動内容 (概要)



※イメージ図



2. 研究成果 ①成果の要約

本支援事業において得られた内容・成果の要約

①HLW事業の理解促進に向けた土木工学的コミュニケーションツールの作成

- ・若手技術者による早大学部3年生向けHLW地層処分教材の作成
- ・大学院生による高校生向けのHLW地層処分教材の作成
- ・教員による学生インタープリター育成向けHLW地層処分教材の作成

②HLW事業の技術的成立性に関する理解促進のための実験教材の製作

- ・ベントナイト系緩衝材の材質感を実感する締固めデモ実験装置の製作
- ・ベントナイト系緩衝材の遮水性能を実感する実験と計算に基づく遮水効果の定量理解教材
- ・ベントナイトのシール性を実感する実験手順の構築

③科学コミュニケータ-としての役割を担うことを見据えた学生インタープリター-の育成

- ・早大学部3年「環境地盤工学」における若手技術者による学生インタープリター育成講義（2021年1月8日）
- ・経産省、NUMOによる早大学部3年「環境地盤工学」受講生向けミニワークショップ（2021年1月22日）
- ・高校生向けオープンキャンパスに向けた学生インタープリター育成ブリーフィング会（2021年8月6日）
- ・教員による早大学部3年「防災地盤工学」における学生インタープリター育成講義（2021年7月2日）

④学生インタープリター-による社会啓発の実践

- ・高校生向けオープンキャンパスにおける学部1～3年生によるHLW地層処分説明（2021年8月18日，19日）
- ・早大学部3年「防災地盤工学」における学生インタープリターによるHLW事業説明（2021年7月16日）
- ・早大学部3年「環境・防災ゼミナール」や「環境地盤工学」における学生インタープリターと若手技術者によるHLW事業説明（2021年10月12日，2022年1月7日）
- ・早大英語学位プログラム講義SHIPにおけるHLW事業の認知と意識調査（2021年4月～7月）



2. 研究成果 ②成果の詳細

本支援事業において得られた内容・成果の詳細

①HLW事業の理解促進に向けた土木工学的コミュニケーションツールの作成

企業（パシフィックコンサルタンツ）の若手技術者による理工系の学部2,3年生向けのHLW事業の説明教材を作成した。作成のポイントは、①HLW施設建設に係る土木工学技術の観点と、②地質・地盤の閉じ込め性能を示す地下水の移動速度の観点を、定量的に伝達するものとした。次に、大学院生に、理工系への進学を志望する高校生向けのHLW事業の内容説明教材を作成した。教材作成では、HLW事業の社会における重要性和必要性を伝え、土木工学を学んでHLW事業に寄与する意義を感じてもらうように心がけた。さらに、教員は、上記の教材をより詳細に述べた学部3年から大学院向けの教材を作成した。

②HLW事業の技術的成立性に関する理解促進のための実験教材の製作

HLW事業の技術的成立性に関する理解促進のため、3種類の実験教材の製作（物理現象の実験教材等）を行った。一つは、「粘土」、「締固めた粘土」、「緩衝材」のイメージをより正しく認識できる、ベントナイト（緩衝材の材料の粘土）の締固め簡易デモ実験装置の製作と実験手順を製作した。二つ目は、砂と粘土中の水の流れを可視化し、具体的な透水係数を提示して、遮水機能を実感できる実験教材と計算過程提示方法を考案した。三番目に、ベントナイトに水を散布すると固まるという、比較的、誰にも実施しやすい実験により、粘土のシール性を理解してもらう実験手順を提案した。

③科学コミュニケータとしての役割を担うことを見据えた学生インタープリターの育成

Zoomおよび対面により、土木工学を専門とする教員、社会心理学、社会学、リスク認知を専門とする教員と大学院生から学部1年生の有志学生によるHLW事業に対する認知や在り方に関するブレインストーミングを、定期的実施した。小その結果を踏まえて、各学年、教員が、対象者を想定した教材作成を進めた。また、NUMOの包括的報告書の説明会に出席して、我々が感じたことを、NUMOに伝え、情報交換を行った。また、学部3年生の「環境地盤工学」において、経産省・NUMOによるワークショップや、①で作成した教材を活用して、若手技術者による学生インタープリターの育成を試みた。

④学生インタープリターによる社会啓発の実践

2021年8月18日、19日に、理工系進学希望の高校生向けオープンキャンパスにおいて、学部1～3年生によるHLW地層処分説明を行った。2021年7月16日の早大学部3年「防災地盤工学」において、上記の活動を通じて育成されたであろう学生インタープリターによるHLW事業説明を行った。また、早大英語学位プログラム講義SHIPにおけるHLW事業の認知と意識調査（2021年4月～7月）を行った。この結果については、受講により育成された学生インタープリターによるプレゼンテーションが行われた。さらに早大学部3年「環境・防災ゼミナール」や「環境地盤工学」において、学生インタープリターと若手技術者によるHLW事業説明（2021年10月12日、2022年1月7日）を行った。

①HLW事業の理解促進 に向けた土木工学的コ ミュニケーションツールの 作成

- ・若手技術者による早大学部3年生向けHLW地層処分教材の作成
- ・大学院生による高校生向けのHLW地層処分教材の作成
- ・教員による学生インタープリター育成向けHLW地層処分教材の作成



高レベル放射性廃棄物 と 地層処分

パシフィックコンサルタンツ株式会社

2020（令和2）年入社社員①



目次

- 自己紹介
- 高レベル放射性廃棄物について
- 地層処分の仕組み
- 地層処分施設の概要
- 地層処分を行ううえでのリスクや課題
- 2020年に新しい動き
- まとめ



自己紹介

■ 出身

大学 : 早稲田大学 社会環境工学科 (2020年卒)
 研究室 : 赤木研究室
 卒論テーマ : 各種焼却灰を併用した凝集剤とセメント系固化材の開発に関する研究

■ 所属

パシフィックコンサルタンツ株式会社
 主な業務内容 : 地盤調査、解析業務、宅地防災



高レベル放射性

地層処分施設の概要

Pacific Consultants

● 言
使
料に

高レベルが

- 30~
- ガラ
- 可能
- 現在

高

- 建
- 方



ガ
ま
1.5
(m)

参照：h

地上が

1. 地上施



専用の輸
専用道路

地層処分施設の概要

Pacific Consultants

- 廃棄
- また
- 埋め
- トナ

みなさんは…

Pacific Consultants

地層処分事業の流れ

Pacific Consultants

2020年これらの事業に動きが…！

Pacific Consultants

アニメーション（順次表示）あり

調査への応募を表明



- 過去には…
2007年 高知県東洋町が応募⇒撤回

これまで20年近くにわたり、文献調査に進む自治体はなかった



参照：地理院地図

Copyright © Pacific Consultants Co., LTD.

Copyright © Pacific Consultants Co., LTD.



地層処分を考える

～土って水を通しにくい！～

パシフィックコンサルタンツ株式会社
2020（令和2）年入社社員②



目次

1. 自己紹介
2. 地層処分とは？
3. 地下構造について
4. まとめ

PRODUCING
THE FUTURE
PRODUCING
THE FUTURE
PRODUCING
THE FUTURE
PRODUCING
THE FUTURE



<自己紹介>

所属：パシフィックコンサルタンツ株式会社

<大学>

出身校：日本大学文理学部

専攻：地震学

(地震波速度構造の研究)



ダルシー則 $v = ki$

透水係数

土は水を通しにくい

地下構造

土は水を通しにくい

アニメーション（順次表示）あり

1. 地下水の動きは地下深部では非常に遅く、場所によっては、1年間でわずか数ミリメートル程度しか動かない。放射性物質もほぼ同じ速度で移動する
2. その間にも放射性物質は放射性崩壊により減衰する。
3. そもそも地下深部は、酸素がきわめて少ない環境のため、金属の腐食が起こりにくい。

発電

発電

2017年7月
3
廃

廃棄物は
強い放射線

↓
どこに？どのよう
処分する？

2017年7

<https://www.esuscc.com>

イチから知
<https://www.ichikarashiritai.com>



②HLW事業の技術的成 立性に関する理解促進の ための実験教材の製作

- ・ ベントナイト系緩衝材の材質感を実感する締固めデモ実験装置の製作
- ・ ベントナイト系緩衝材の遮水性能を実感する実験と計算に基づく遮水効果の定量理解教材
- ・ ベントナイトのシール性を実感する実験手順の構築



ベントナイト系緩衝材の材質感を実感する締固めデモ 実験装置の製作

- 地下水によるリスクに対しては、更に、複数放射性物質を長い期間にわたって地下深部

このような表記で、緩衝材に対して、国民・住民は、どのようなイメージを持つだろうか？

<人工バリア>

<天然バリア>

① ガラス固化体

物質を閉じ込める性質を有するガラスに放射能の高い廃液を溶かし合わせ固化したもの



安定して放射性物質を閉じ込める

ガラス固化体が地下水に触れて放射性物質がガラスとともに溶け出すとしても、
全てのガラスが溶けるには数万年以上の長い時間が必要

② オーバーパック

放射能レベルが高い間、地下水との接触を防ぐ（少なくとも1000年以上）

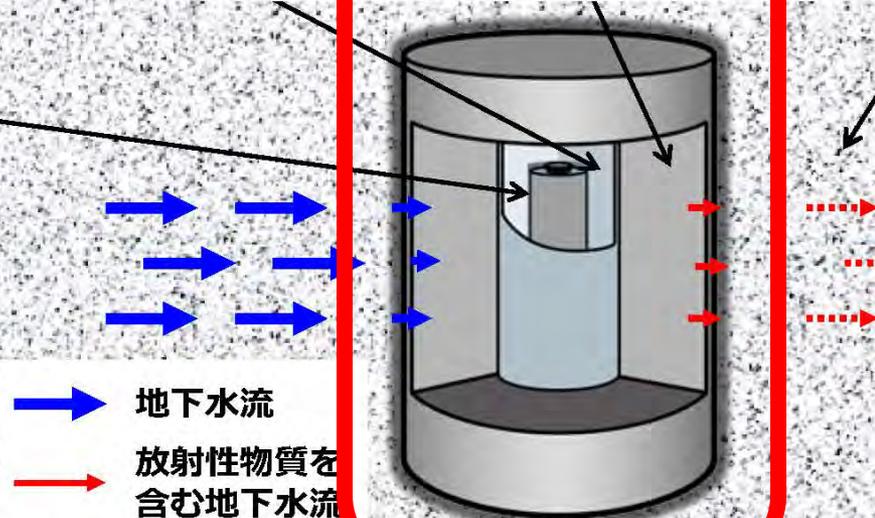
③ 緩衝材

水を容易に通さない

④ 岩盤

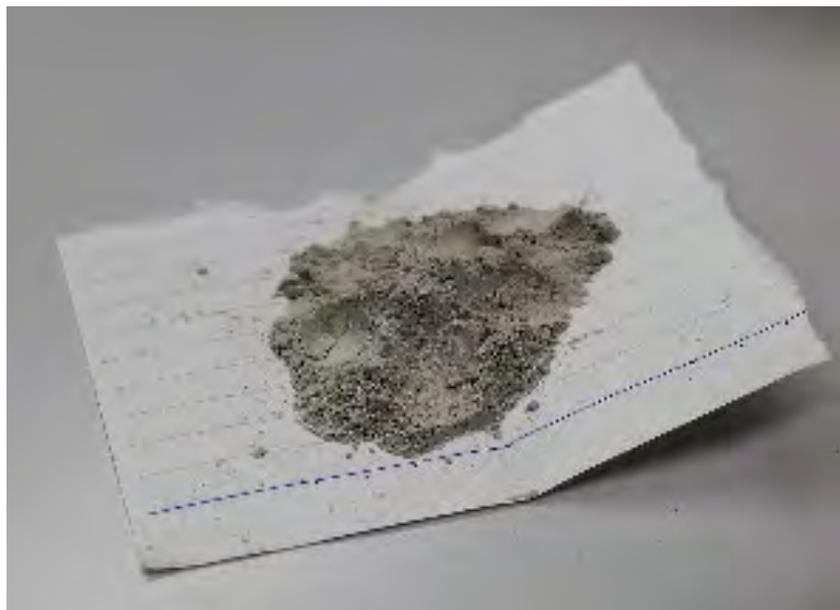
水を通しにくいいため、地下水の流れは非常に遅い

放射性物質の移動には長い時間がかかる



ベントナイト試料の準備

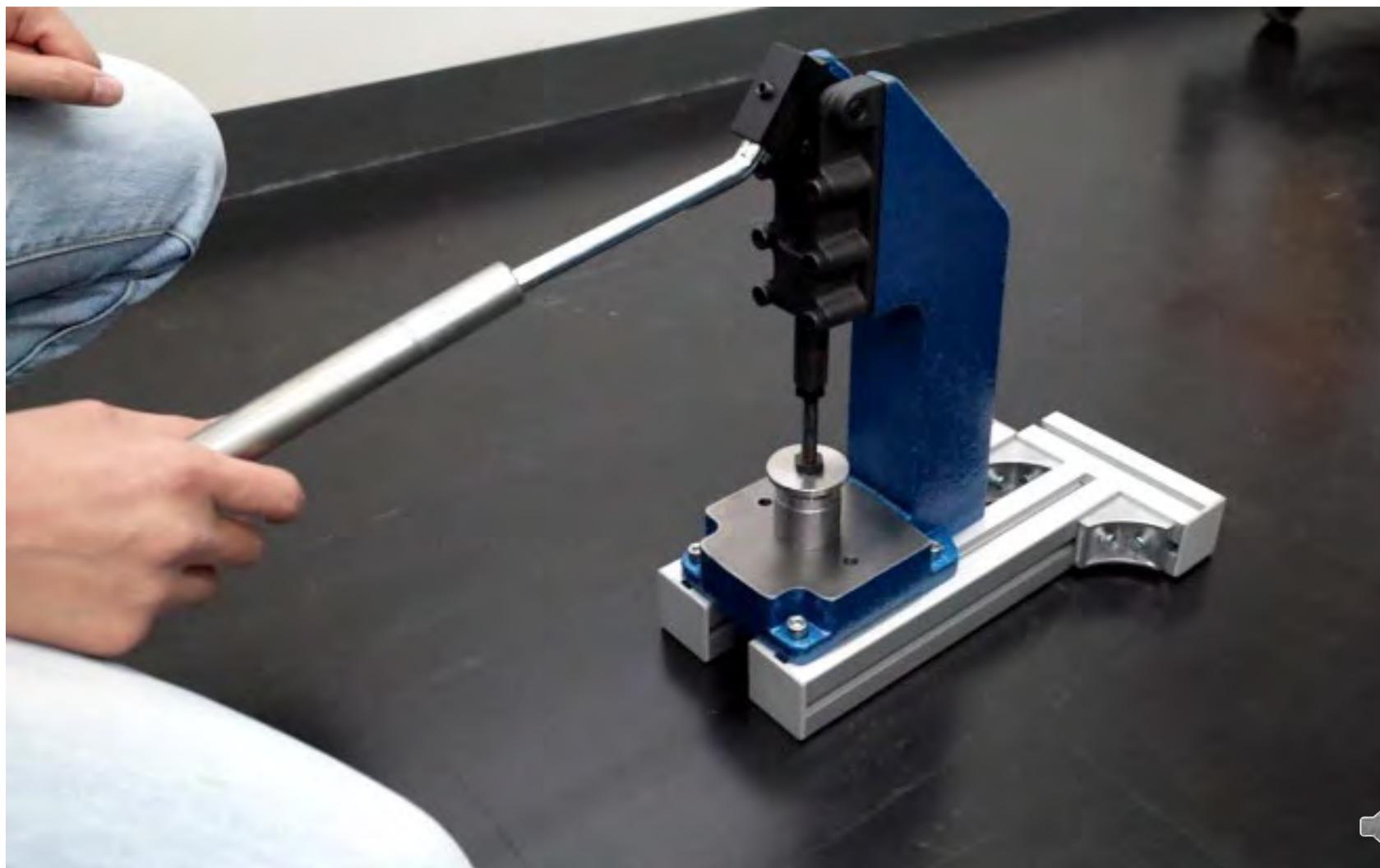
粉体のベントナイト



モールド内に投入



簡易な締固め工程



緩衝材のミニモデル完成

「緩衝材（粘土）」ミニモデルの出来上がり



お持ち帰り用袋詰め



ベントナイト系緩衝材の遮 水性能を実感する実験と計 算に基づく遮水効果の定量 理解教材

土の中の水の速さ



土の中の水の速度は、 意外に遅い

転載禁止



計算してみよう！

- 砂の中の水の速度は，・・・
- 「0.01 cm/秒」
- 粘土の中の水の速度は，・・・
- 「0.00000000000001 cm/秒」

クイズ

水が前に1 cmに進むために必要な時間を計算してみよう！



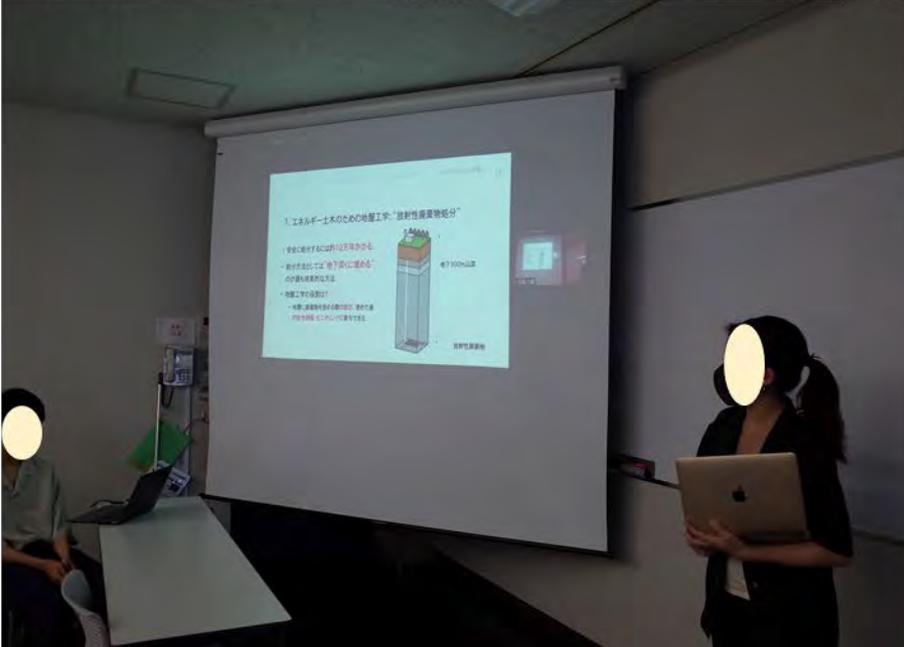
③科学コミュニケ-タ-としての の役割を担うことを見据えた 学生インタ-プリタ-の育成

- ・早大学部3年「環境地盤工学」における若手技術者による学生インタープリター育成講義（2021年1月8日）
- ・経産省，NUMOによる早大学部3年「環境地盤工学」受講生向けミニワークショップ（2021年1月22日）
- ・高校生向けオープンキャンパスに向けた学生インタープリター育成ブリーフィング会（2021年8月6日）
- ・教員による早大学部3年「防災地盤工学」における学生インタープリター育成講義（2021年7月2日）



経産省， NUMOによる早
大学部3年「環境地盤工
学」受講生向けミニワーク
ショップ
(2021年1月22日)

高校生向けオープンキャンパス
に向けた学生インタープリ
ター育成ブリーフィング会
(2021年8月6日)



④学生インタープリターによる 社会啓発の実践

- ・高校生向けオープンキャンパスにおける学部1～3年生によるHLW地層処分説明（2021年8月18日，19日）
- ・早大学部3年「防災地盤工学」における学生インタープリターによるHLW事業説明（2021年7月16日）
- ・早大学部3年「環境・防災ゼミナール」や「環境地盤工学」における学生インタープリターと若手技術者によるHLW事業説明（2021年10月12日，2022年1月7日）
- ・早大英語学位プログラム講義SHIPにおけるHLW事業の認知と意識調査（2021年4月～7月）



高校生向けオープンキャンパスに
おける学部1～3年生による
HLW地層処分説明
(2021年8月18日, 19日)

開催概要

企画名：“土”の摩訶不思議な実験とエネルギー・防災・環境における大活躍のおはなし

開催日：2021年8月18日（水）～8月19日（木）

形式：ZoomによるWeb会議システム

参加者：46名（8/18：28名、8/19：18名）

感想：

- 学科関連：「実験で大変だったことは？」「普段の授業は？他の学科と比べて実験が多い？」
- 研究室関連：「コアタイムは？」「女性が少ないイメージ。男女の比率は？」「広さは？」
「研究室に配属する前はどんな勉強をするか？」「他学科との合同研究は？」等
- 実験実演・研究関連：「ベントナイトは特殊な方法でつくられたものか？それとも自然に存在するものか？」「10万年間排出される放射性物質はどう保管される？」
「CO₂を吸着させる方法とは？」「なぜベントナイトが水を吸収して膨張するのか？ベントナイトの粒子の構造は？」「ベントナイトは有限か？」
「世界中の燃料デブリを処理可能なベントナイトの量があるのか？」
「どういうきっかけでベントナイトを研究されてきたのか？」等

今後の予定

科学インタープリターへのアンケートを実施



“土”の摩訶不思議な実験と
エネルギー・防災・環境における大活躍のおはなし

早稲田大学地盤工学研究室

- 14:20～ オープニング
- 14:22～ おはなし：エネルギー・防災・環境の話
- 14:32～ 実演・解説：ベントナイトの釘さし実験
- 14:40～ 実演・解説：エッキーを用いた液状化実験
- 14:50～ Q&A
- 14:55～ おはなし：地盤研の研究について
- 15:05～ フリートーク、Q&A

土について
一緒に考えてみよう！

※画面の録画、録音はおやめください
※画面、マイクはオフにしてご参加ください
※途中での入退室可

質問は随時募集しています
実験や研究以外の内容でもOK

実験実演 ①ベントナイトの釘さし実験

23

○ベントナイトとは

- ・粘土の一種
- ・高い膨潤性と低透水性をもつ



パラグラニユラー



膨潤の様子
(画像提供:小峯秀雄)

○利用例

- ・土木分野
- ・土木以外の分野

遮水材、
シールドトンネルの
裏込め剤、など



遮水材(クニミネ工業)

放射性廃棄物処分にも



猫砂

化粧品



鋳造分野



転載禁止



早大英語学位プログラム講義
SHIPにおけるHLW事業の認
知と意識調査
(2021年4月～7月)

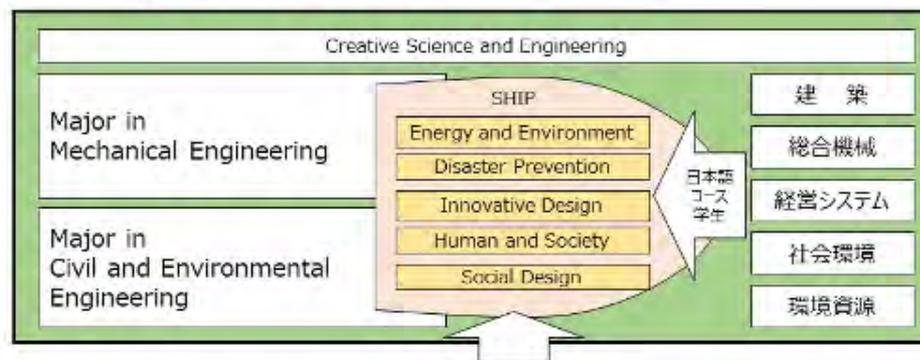
SHIPのトピックとして、 HLWの処分を議論する



創造理工 英語学位プログラムの基本方針

- 総機・社工の2つのG30から創造理工全分野・学科への国際化の展開
- 領域横断的な教育と研究、SHIPの設置

**Social and Human Innovation
by Practical Science and Engineering**

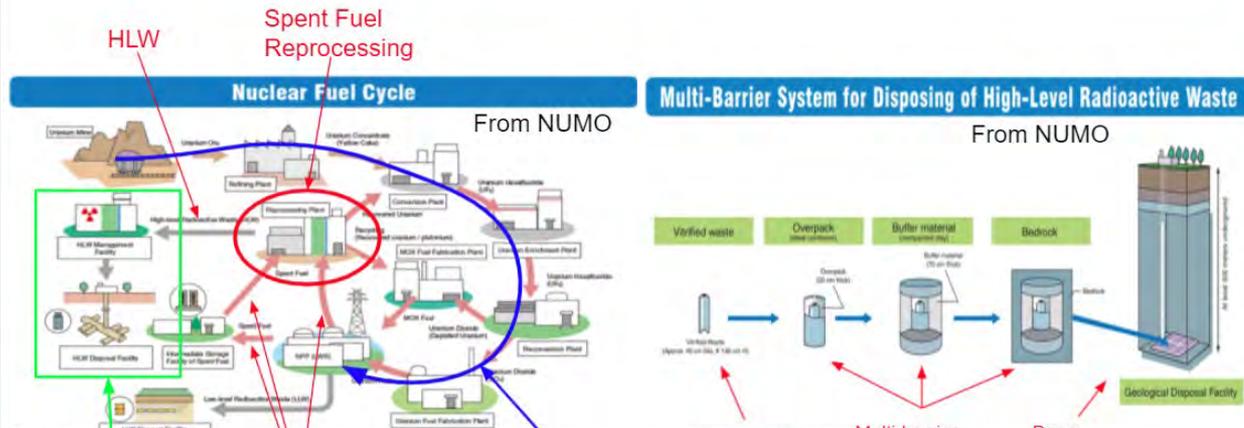


〒稲田大学創造理工学部/創造理工学研究科 先進・基幹 他学術院
School / Graduate School of Creative Science and Engineering, Waseda University

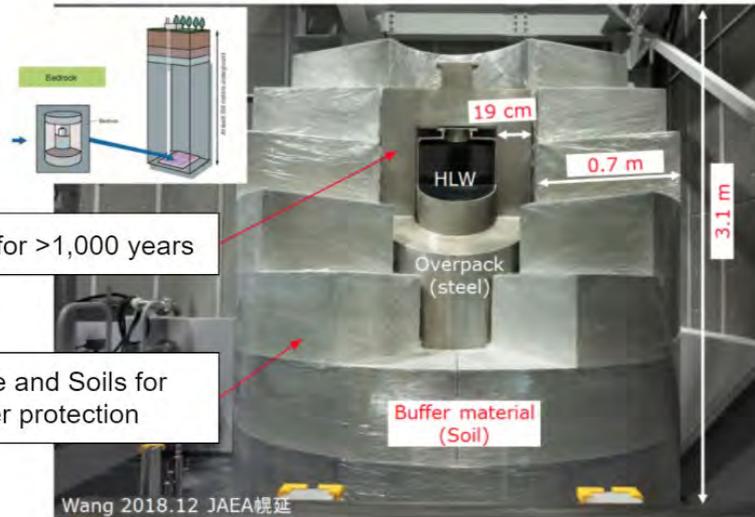
出典 : SHIP: Social and Human Innovation by Practical Science and Engineering
<https://www.cse.sci.waseda.ac.jp/about/ship/>



INTRODUCTION



HLW処分の知識習得



★ Metal for >1,000 years

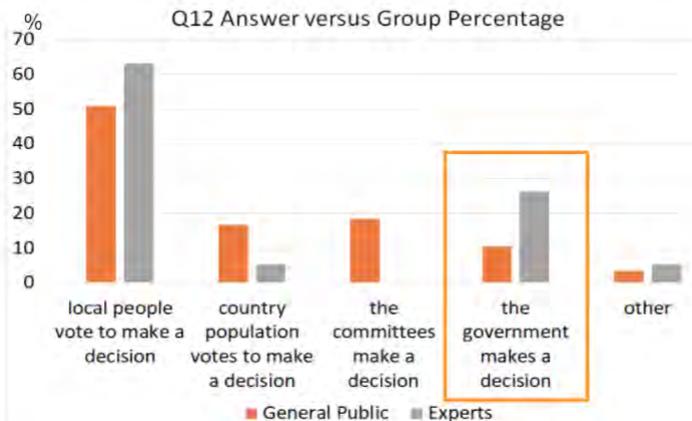
★ Stone and Soils for longer protection

Wang 2018.12 JAEA 観延

なるほど。
政府主導で処分
サイトを定める
ことを、一般人は
専門家より支持
しないのか。

Results Public and political consideration

- ★ Q12 Currently, there is no volunteer site for the disposal of existing high-level radioactive waste (HLW). What is your opinion on how to decide the disposal site? Technical committees nominate sites and...



Slide 9

出典：王海龍班の学生のSHIP最終発表プレゼンスライド



HLW処分意識調査



4. 支援期間終了後の展望等

今回の活用を通じて開発してきた教材および実験技術は、引き続き、早稲田大学の学部教育において活用を継続する。具体的な講義は、以下の通りである。

- ・「社会環境工学フレッシュセミナー」（学部1年生）
- ・「防災地盤工学（地下の防災機能の章）」（学部3年生）
- ・「環境地盤工学（放射性廃棄物の現状と未来の章）」（学部3年生）

また、学生のクラブ活動において、定期的にHLWブリーフィング会の実践を継続する。

逐次、育成される学生インタープリターによるHLW事業の社会啓蒙活動としては、高校生向けのオープンキャンパスでの説明や学園祭での説明を継続する。特に、今回は、コロナ禍により、後者の学園祭での説明が実施できなかったことから、次年度以降、是非とも実践したい。

さらに、上記に作り上げた教材や実験手法については、NUMOからの要請があれば、是非とも提供もしくは協働したい。文献調査を行っている地域の方々への理解促進に、育成された学生インタープリターともども、是非とも貢献したいと思う。

參考資料

参考資料 a . 研究体制 (体制・役割分担)

