

高レベル放射性廃棄物地層処分プロジェクトへの技術者としての参画意欲育成のための 教材開発（その2）～学生ブレインストーミングの結果に基づく必要事項抽出～

パシフィックコンサルタンツ（株） 正会員 ○園田真帆，正会員 村田航大
早稲田大学 正会員 小峯秀雄，正会員 王海龍，学生会員 伊藤大知，非会員 渡部厚
パシフィックコンサルタンツ（株） 正会員 龍原毅，非会員 金丸奈美，正会員 斉藤泰久

1. 背景と目的

著者らの研究チームは、将来の科学コミュニケーターの育成を目標として、高レベル放射性廃棄物地層処分事業（以下、「HLW 事業」と表記）の認知と地層処分の技術的成立性の理解に資する教育教材の作成および、その情報を市民へ伝えるための学生インタープリターの育成と市民との対話方法の在り方を研究している。HLW 事業は現在、北海道の神恵内村や寿都町において文献調査が開始されたが、その活動を支援するためにも全国レベルでの HLW 事業の認知と理解が必要である。本稿では、HLW 事業への理解促進のための土木工学的なコミュニケーションツールの作成の一環として、学生を対象としたブレインストーミングを実施し、HLW 事業に関して若者が知的興味を持っている事項や疑問点の抽出に関する成果を報告する。

2. 学生ブレインストーミング実施概要

本研究では、HLW 事業に係わる自然・物理現象について、学びの深度化に重要と考えられる疑問や課題、土木工学的な観点から HLW 事業の疑問を解決するために学ぼうとする学生に有用な教育教材の在り方を明らかにすることを目標に、HLW 事業に対する疑問点や懸念事項をテーマとしてブレインストーミングを実施した。2020年5月～8月の計3回、工学分野への研究課程を希望する14名(学部生11名，大学院生3名)を対象とし、学生主体のブレインストーミングを行った。なお、オブザーバーとして早稲田大学や原子力発電環境整備機構(NUMO)等から数名の有識者も加わった。対象学生には、NUMOが作成した「知ってほしい地層処分」等のパンフレットを事前に配布し、それを基に疑問点を共有・議論を行った。

3. HLW 事業に関する必要事項の抽出結果

ブレインストーミングにて挙げた意見について、9分野に分類した。表1は、学生からの主な意見である。本研究では、工学分野を専攻しているが、研究課程には進んでいない学生を主な対象として実施している。そのため、専門知識を持たない一般市民が抱く疑問や意見と、工学分野を専攻する学生から見た HLW 事業の詳細な技術面に関する意見の両者を得ることができたと考える。

学生ブレインストーミングにおける意見は、①説明資料の種類・構成、②事業概要、③事業主体、④過去の事業検討の経緯、⑤処分技術、⑥事業の推進方法、⑦文献調査・候補地選定、⑧建設、⑨施設の長期運営・閉鎖に集約された。特に、地層処分の必要性等の②事業概要に関する意見、HLW 事業に用いられる⑤処分技術に関する意見が多く抽出された。

②事業概要では、「高レベル放射性廃棄物を処分するにあたり、なぜ地層処分を行う必要があるのか」、「地上保管や海洋底処分等の処分方法がある中で地層処分が最適な処分方法なのか」、「HLW 事業を行う必要がある事実を国民に周知させ、問題提起する必要があるのではないか」等の疑問・意見が挙げられた。

過去の検討を経て、地層処分が最適な処分方法として選定されているが、資料では、わかりやすさを求めるために、選定の過程を割愛している傾向にある。その結果、読み手は HLW 事業を押し付けられているような印象を受けることが、このような意見が出る要因の一つであると考えられる。国民の正しい理解を得るために、HLW 事業の経緯や背景を説明することは必要事項であると言える。

キーワード 高レベル放射性廃棄物地層処分，科学コミュニケーター，ブレインストーミング

連絡先 〒101-8462 東京都千代田区神田錦町 3-22 パシフィックコンサルタンツ株式会社 TEL：03-6777-1743

表 1 学生ブレインストーミングにおける主な意見

カテゴリ	学生からの声
①説明資料の種類・構成	<ul style="list-style-type: none"> なぜか法情報がないのか？・身近な例がないと分かりづらいのではないのか？ 科学コミュニケーターに向けたメッセージ(期待等)を明確に盛り込むべきでは？(一般向けとの違いを明確にすべきでは？) 事業や採用技術の経緯・背景を盛り込むべきではないか？・事業の目的を最初に示すべきではないか？ 事業の必要性(現状問題)を示すべきではないか？・事業プロセスの詳細(精密調査で何を行うか等)を具体的に示すべきでは？ より多くの人が目に触れる媒体verも作るべきでは？(ドラマ、YouTube等)
②事業概要	<ul style="list-style-type: none"> そもそも何故HLW処分する必要があるのか？(放射性廃棄物が発生する経緯・原子力発電のしくみ) 最終処分に関するこれまでの歴史や経緯(特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律の制定など) 高レベル放射性廃棄物とは？低レベル放射性廃棄物とは？その違いは？ 現在、放射性廃棄物はどこで保管しているのか？現在の状況は？・どうして地上での保管はダメなのか？ 原発と同じレベルで自然災害などの対策をすれば地上保管で問題ないのではないのか？ 海洋底処分は国際条約で禁止されているのに、なぜ沿岸海底下に処分することは問題ないのか？ 最終処分事業を行う必要があるという事実を国民に周知させ問題提起する必要があるのではないのか？ 安全のみではなくコストパフォーマンスの面から見て、地層処分は最適なのか？定量的評価を知りたい。 HLWだけガラス固化体にする必要があるのか？LLWはガラス固化体にせず大丈夫なのか？・年間総量の安全性に関する数値がイメージできない
③事業主体	<ul style="list-style-type: none"> NUMOとは？
④過去の事業検討の経緯	<ul style="list-style-type: none"> 過去に諸外国の放射性廃棄物を海上輸送した実績について詳しく知りたい。(いつどのように)なぜ) 中国では国のトップに研究から処分地選定までの決定権があるが、日本はどのようなプロセスで最終処分地を決定していくのか？国が推し進めていくべきではないか？ 民間主導での最終処分地選定の合意形成は難しいのでは？ 過去の最終処分事業に関する歴史や、物理や数学等の基礎的な知識をパンフレット等に追加するべきでは？ そのうえで、詳細な技術的な解説を載せていなければならないのでは？ 1ページ目から始まる連続的な教材というよりは、知りたいことについて各々独立してまとめられている形式が教材として適しているのでは？
⑤処分技術	<ul style="list-style-type: none"> 素材や材料だけでなく、その素材が持つ性能、性質を示すべきではないか？・そして、それを使う目的を身近な例を使って説明するべきではないか？ 具体的には、 <ul style="list-style-type: none"> ○地下水の状況は？(いきなり土の透水性の話やクラウチングの言葉を使うより事業をする上での湧水のリスクを伝えることが先？) ○身近な例を使って透水性・遮蔽性を説明するべきではないか？ ○透水性・遮蔽性の違いを、身近な例を使って目的の違いを示すべきではないか？(ベントナイトを使う必要性等) ○ガラス固化体を使う目的を身近な例を使って説明するべきでは？(例:ビール瓶のガラスを割っても茶色の要素が出てこない原理) 言葉の定義や専門用語の解説を設けるべきでは？・地層処分施設の能力をイメージしやすく伝えるべきではないか？
⑥事業の推進方法	<ul style="list-style-type: none"> なぜこの事業プロセスなのか？・経産省、NUMO、JAEA、電中研それぞれの役割は？(誰が何の決定権があるのか？) 事業による雇用創出はどうか？地域に対してどのようなメリットがあるのか？
⑦文献調査・候補地選定	<ul style="list-style-type: none"> 海外との違いは？それから見ると日本の課題とは？
⑧建設	<ul style="list-style-type: none"> 事業期間中(建設、操業時等)の自然災害(地震等)リスクへの対応も示すべきでは？・地層処分事業が科学技術の発展に果たす役割も示してよいのでは？ 地下300mにおける複数トンネルの近接施工の実現性は？ 施工時の事故リスクは？
⑨施設の長期運営・閉鎖	<ul style="list-style-type: none"> 廃棄体を埋めるまでの時間はどれくらい必要か？・1本埋めるのにどれくらい時間がかかるのか？・実際の処分までのタイムスケジュールは？ 陸路でのリスクは？(海路の可能性は？)

⑤処分技術では、HLW 事業に用いられる技術を、より一般市民にイメージしやすいように、身近な例を用いてわかりやすく説明すべきである等の意見が多く挙げられた。HLW 事業は、普段見ることができない地下に危険な高レベル放射性廃棄物が処分されるため、現実的に想像することが難しく、不安意識を与える可能性が高い。また、処分に用いられる材料や技術は一般市民には知られていないものも多いため、より身近な例を用いた解説は必要であると言える。

上記の他に、HLW 事業の処分地選定が進んでいる他国と日本にはどのような違いがあり、課題は何であるのか(④過去の事業検討の経緯、⑦文献調査・候補地選定)、具体的な事業プロセスの明確化や地域に対するメリットを提示する必要があること(⑥事業の推進方法)、巨大地下施設を長期間運用していくためにあたり考えられるリスクを抽出する必要性(⑧建設、⑨施設の長期運営・閉鎖)等の意見が挙げられた。

4. 今後の方策

学生の意見は、著者ら研究チームとは違った視点があり、純粋な疑問や柔軟な意見を抽出することができた。また、今後の教育教材の作成で求められる事項を整理することができた。今後の方策として、ブレインストーミングにて収集・整理した学生の興味や疑問点等を受け、高校3年生から大学2年生を主な対象とした地層処分事業に関する教育教材等を作成予定である。教育教材では表2に示す4つの視点からの作成を予定している。

表 2 教育教材の方針(案)

方針	内容
1 歴史的・政策的背景との融合	教材の冒頭にこれまでの原子力発電事業に関する国や政策等の経緯や背景を記載する。
2 科学コミュニケーターとしての「問い」の設定	学生ブレインストーミングをふまえて出てきた懸念や疑問点を「問い」に変えて自ら解説していく。
3 科学的根拠を示す解説の設定	人体や人間生活への影響、身近な事象を使った学術的・定量的説明を追加する。
4 科学者としての貢献の在り方に対する言及	事業プロセスそのものの成立性の客観的な言及、社会システムの問題や国民の認知度の重要性に関する客観的な言及、国民への説明責任に対する科学的倫理の姿勢での貢献としての客観的な言及、科学技術の発展のための貢献としての客観的な言及をする。

謝辞: 本研究は原子力発電環境整備機構 (NUMO) の社会的側面に関する研究支援事業 II : 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の支援を受けた成果である。

参考文献

1)原子力発電環境整備機構: 知ってほしい地層処分, https://www.numo.or.jp/kagakutekitokusei_map/pdf/shittehoshii_a4rev.pdf, (2021年3月25日閲覧)