

## 未利用エネルギー活用事業における二酸化炭素固定方法の検討

応用地質株式会社 ○小野 藍生, 遠藤 司

三笠市 音羽 英明

国立大学法人 室蘭工業大学 板倉 賢一

NPO 法人地下資源イノベーションネットワーク 出口 剛太

株式会社地圏総合コンサルタント 牧村 智明, 十鳥 恭一

## 1. はじめに

世界規模で問題視されている地球温暖化は、平均地上気温の上昇や海面上昇を引き起こしている。地球温暖化の原因と言われている二酸化炭素の排出量の増加は工業化前と比べ約 50%増加しており<sup>1)</sup>、また、これらは化石燃料の燃焼からの排出・土地利用の変化による排出に起因するといわれている。特にエネルギーにかかわる二酸化炭素排出量削減のためには、省エネやエネルギー転換、原子力発電だけでは目標達成が困難であることから、二酸化炭素の地下固定化技術、有効利用技術が必須であるといえる。

三笠市では、ゼロカーボンシティの実現に向けて、三笠市内の地域資源である木質バイオマスと石炭による二酸化炭素フリー水素を活用する取組みを行っている<sup>2)</sup>。

三笠市の目指す木質バイオマスと石炭を利用した水素の製造においては、水素製造の主要技術となる石炭地下ガス化や水素精製の段階で二酸化炭素が発生する。このため、製造過程で発生する二酸化炭素を分離・回収・貯留する CCS (Carbon dioxide Capture and Storage)、あるいは何らかの形で二酸化炭素の利用を含めた CCUS (Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage) の適用が不可欠となる。これらを解決する方法として、石炭採掘跡を利用した CCS の可能性について検討が進められ、三笠市内での CCS や CCUS の実現に向けて、2022 年度に、マイクロバブルやスラリーを利用した二酸化炭素の石炭採掘跡への固定化実証実験が行われた (図 1)。

本発表では、全体事業のうち、二酸化炭素固定方法に関する検討の一部について報告する。

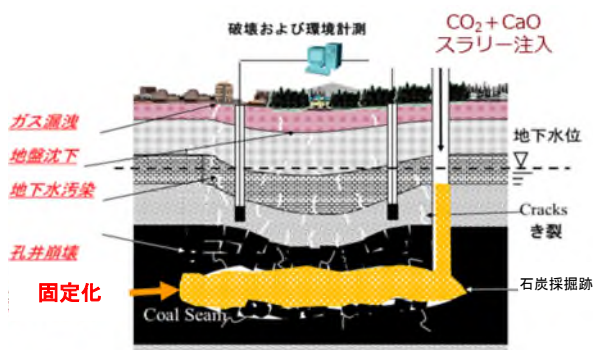


図1 2022年度実証実験イメージ図

## 2. 二酸化炭素固定における課題

## ① 石炭採掘跡の全体像が不明確

石炭採掘跡に関する資料は、三笠市博物館展示の炭鉱断面図や、図2で示す平面図が既存資料として存在する。これらの資料は、石炭採掘のために使用されていたもので、古い紙の資料である。また、図面は炭鉱の採掘権を持つ会社毎に作成されている可能性があり、二酸化炭素固定化ポテンシャルの全体像の把握のためには複数の図面の収集とそれらの整理が必要であった。



図2 既存資料の例(石炭採掘坑道平面図)

## ② 石炭採掘跡と地質構造の関係

石炭採掘跡に関する資料では、石炭の効率的な採掘に重点が置かれているため、地質情報の記載が少ないことが多い。二酸化炭素の注入経路や貯留層、遮蔽層、漏洩リスクとなるような断層について確認するには、二酸化炭素固定化対象とする石炭採掘跡と地質構造について整理・検討する必要がある。石炭採掘跡資料と周辺地質図の情報を合わせて見る必要がある。

## ③ 二酸化炭素注入方法の検討

実際の石炭採掘跡への二酸化炭素注入方法としては、注入コストや漏洩リスクを考慮した手法を検討する必要がある。そこで、二酸化炭素をマイクロバブルの気泡とした手法や、注入した二酸化炭素の固定に関する検討を行っている。(財)エンジニアリング振興協会では、平成22年度と平成23年度に「CO<sub>2</sub>マイクロバブル地中貯留の成立性に関する調査研究」<sup>3)</sup>を実施し、二酸化炭素マイクロバブルによる二酸化炭素地中貯留の貯留概念、優位性、貯留モデルの構築、有効性などについて報告している。この報告書によれば、マイクロバブルで注入した二酸化炭素は、水への溶解速度が速いのみならず、気泡が小さいゆえに浮力の影響を受けにくいことや、二酸化炭素が溶解した水の密度が地層水より重いために、上方への漏洩リスクが低減されることなどがその特徴として挙げられている。

### 3. 課題解決に向けた取り組み

2章で挙げた課題のうち、地盤技術者として、「①石炭採掘跡の全体像が不明確」及び「②石炭採掘跡と地質構造の関係」の課題解決に取り組んだ。

具体的には、下記の方法を用いた。

- (1) 石炭採掘跡に関する既往資料の保管場所について、関係機関（三笠市役所、有識者、石炭採掘業者など）にヒアリングを行った。周辺地質図に関しては公開されているシームレス地質図などの情報について調査・整理した。
- (2) ヒアリングで得た情報を基に、資料の使用許諾申請や著作権上の手続き等を経て、閲覧・収集を行った。
- (3) 収集したデータは、ほとんどがラスターデータであったため、膨大な資料データを整理することを目的として、可能なものはベクター変換し、古い図面については電子化した（図3）。
- (4) これらの膨大なデータを利用者が多角的に把握できるよう、3次元地盤モデルを作成した<sup>4)</sup>。具体的な作業として、複雑なレイヤーを整理し、円滑に必要な情報を表示できるよう工夫した（図4、図5）。
- (5) これらの情報を活用することで、以下のことを期待している。
  - ・ 二酸化炭素固定化ポテンシャル及び石炭採掘跡の3次元的位置の把握
  - ・ 次年度以降の注入井配置計画を含めた事業コストの具体的な検討

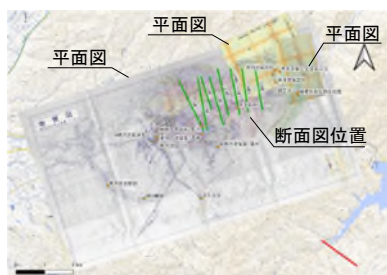


図3 複数の炭鉱図の2次元での整理状況

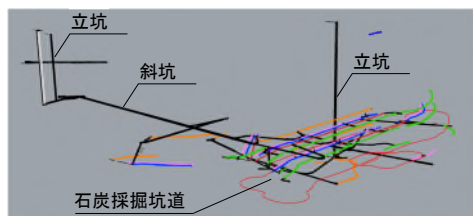


図4 石炭採掘跡の3次元モデル

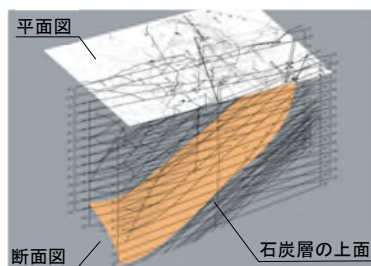


図5 石炭層の3次元モデル

### 4. 今後の課題

本検討は、現在進行中である。本事業のうち、前章で述べた取り組みを実施することで、二酸化炭素固定化ポテンシャルの全体像の把握と実用段階に向けた配置計画のための基礎資料を得ることが可能となる見通しである。同時に課題として挙げられた注入方法についても並行して検討が進められている。これらを総括し、事業コストなど、より具体的な検討へと進める必要がある。

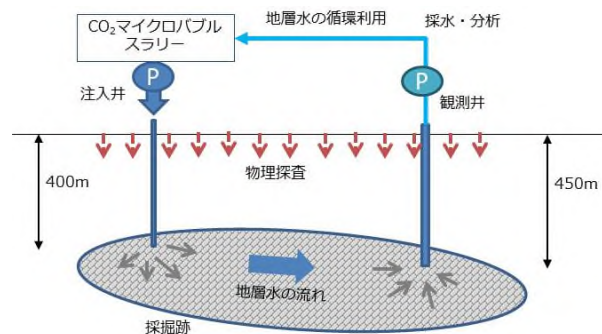


図6 計画中の二酸化炭素貯留実験イメージ図

### 5. 謝辞

本事業の一部は「Yahoo!JAPAN 地域カーボンニュートラル促進プロジェクト」寄附金（ヤフー株式会社）及び「道内炭層エネルギー等利活用促進事業費補助金」（北海道）の助成を受けたものである。

#### 《引用・参考文献》

- 1) 気象庁 (2023) : 気候変動監視レポート 2022 世界と日本の気候変動および温室効果ガス等の状況
- 2) 三笠市 : 石炭（地下ガス化）の有効活用  
<https://www.city.mikasa.hokkaido.jp/hotnews/category/362.html>
- 3) 日本エンジニアリング協会（平成23年6月～平成24年3月）: CO2マイクロバブル地中貯留の成立性に関する調査研究  
<https://www.ena.or.jp/GEC/intro/html/naiyou/23-11.htm>
- 4) 一般社団法人全国地質調査業協会連合会，一般財団法人日本建設情報総合センター建設情報研究所 研究開発部（2016）：三次元地盤モデル作成の手引き