

CO₂の確実な地層貯留

人間の活動によって生じたCO₂を地中に貯留すると、この温室効果ガスを大気に放出せずに留めることから、気候変動対策の一助となる。

これは新規または新興の技術ではない。現在使用されている技術である。実際、自然にCO₂を含む地層が多くあり、数千年もCO₂をその中に閉じ込めている。同様に、石油・ガス産業は石油増進回収(EOR)において数十年にわたってCO₂を利用している。

工業施設から回収した数世紀分のCO₂を貯留する能力を持つ同様の地層が世界中には多数存在している。ガスの地中貯留は自然に発生し、何十年もの間、産業分野において安全に使用されてきたが、このプロセスを市民に説明することは依然として課題として残されている。

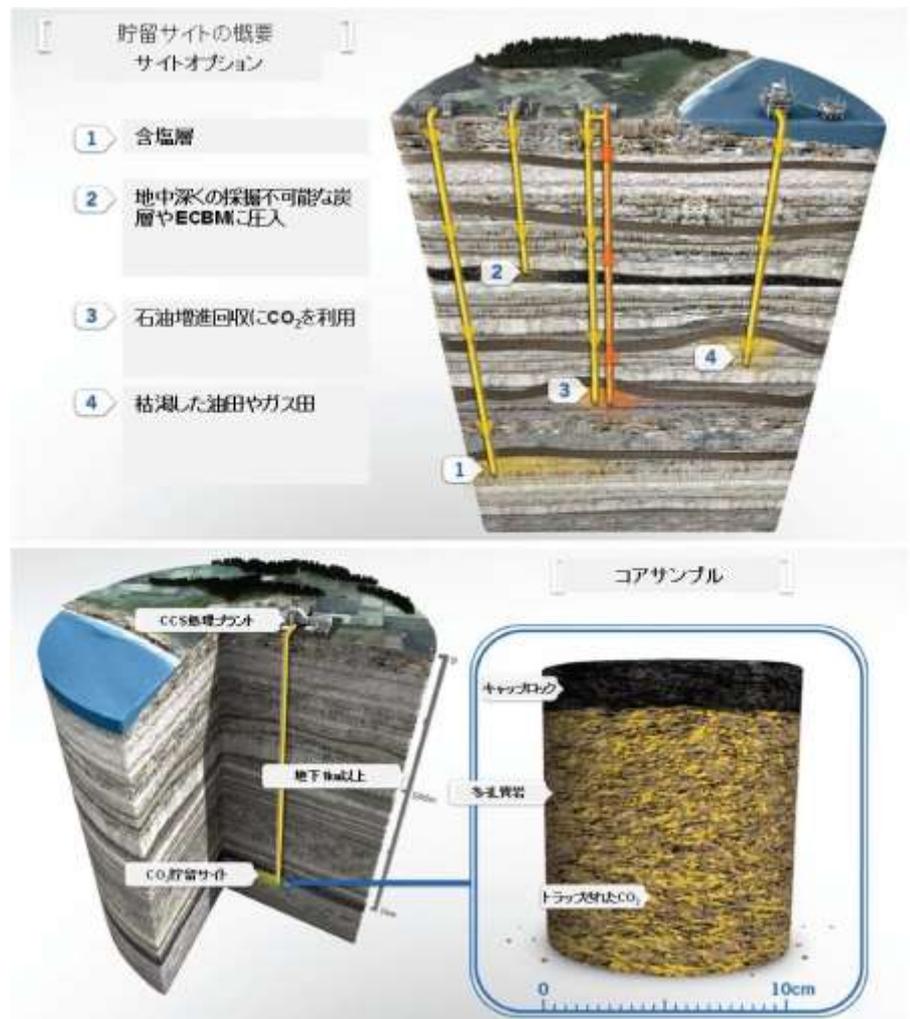
CO₂の地層貯留はどのように機能するのか？

地層貯留は、工業施設から回収したCO₂を地中深くの岩石層に圧入することで行われる。こうすることで、CO₂を恒久的に大気へ排出せずにする。

一般的に、次の特徴を持つ地層が有効な貯留サイトと考えられている。

- CO₂の貯留ができるよう、岩石層にミリメートルサイズの穴や孔が十分にあること。
- CO₂の圧入速度に応じてCO₂を受け入れられるよう、岩石内の孔が十分に連結しあい、浸透性と呼ばれる特徴を有しており、CO₂が岩石層内で拡散できること。
- CO₂を恒久的に貯留するために、地層上部に大規模なキャップロックやバリアがあること。

幸いなことに、これらの特徴を持つ地層は世界中に多数存在している。ほとんどは堆積盆地と呼ばれる広大な地質である。石油・ガス田はほとんどすべて、堆積盆地や、良好なCO₂貯留層となる地層に類似した砂岩、石灰岩、および苦灰岩(ドロマイト)など、石油やガス(および天然に生じたCO₂)をトラップするタイプの地層である。



これが CO₂ の安全な地層貯留が行える天然の地層の特徴であり、発見される何百万年も前から石油やガスをトラップしており、温室効果ガス削減のために実行可能な選択肢の一つである。多くの石炭鉱床も堆積盆地と関連しているため、CO₂ 排出量の大幅な排出源である石炭火力発電所も、貯留サイトの近くに併設できる場合もある。別の業界の他の例では、適切な貯留場所は距離がかなり離れていることがある。

前ページの貯留概要図は、使用可能な貯留オプションのタイプを示している。

1. 深層含塩層は、塩水を含む地層(塩水濃度は若干の汽水程度から海水の数倍の濃度まで幅があるが、通常は非飲用)のことである。含塩層は恒久的な貯留のためにキャップロックで蓋がされ、封じられている。
2. 石炭床メタン。CO₂ とメタンと交換するために石炭床に CO₂ を圧入する。CO₂ は石炭と結合し、恒久的に貯留される。現在、このタイプの貯留はまだ研究段階にあり、操業されているプロジェクトはない。
3. CO₂ の圧入を伴う EOR は、成熟油田の石油生産を増やす。
4. 枯渇した油田やガス田は石油やガス生産がもはや経済的に見合わなくなっても、確実なトラップおよび貯留の特性がある。

CO₂ はどのように地層に圧入され、なぜそこに留まるのか？

回収された CO₂ は水と同じ程度の密度の流体に圧縮され、井坑を介して多孔質層にポンプ輸送される。地下地層中の孔には当初、石油、ガス、または塩水のいずれかの流体が充填されている。既存の CCS プロジェクトの大半は EOR に関連した貯留を利用する一方、今後の CCS の展開では、石油やガス貯留層に比べて地理的分布がより広く、理論上の容量がより大きい深部塩水層内の貯留がますます必要となるだろう。

圧入された CO₂ は貯留層内に併存する塩水よりも若干浮力が高いため、CO₂ の一部は地層の最上部に移動し、蓋として機能する不浸透性のキャップロックの下に構造的にトラップされる。ほとんどの自然な地層には、貯留層と地表との間に数々の障壁が存在する。

トラップされた CO₂ の一部は次第に塩水に溶解し始め(溶液トラップ(solution trapping))、他の一部は小さな細孔空間にトラップ(残留トラップ(residual trapping))される。トラップ・プロセスの最終段階には、溶解した CO₂ が貯留層の岩石と反応し、新たな鉱物を形成することが

含まれる。鉱物トラップ(mineral trapping)と呼ばれるこのプロセスは、比較的早く、または非常に遅く進むが、効果的に CO₂ を硬い鉱物の中に恒久的に閉じ込める。

CO₂ の地層貯留は安全か？

産業規模、パイロット、それに調査規模の貯留プロジェクトが、毎年、数百万トンもの CO₂ を深部塩水層に圧入し、圧入が安全で効果的であることを実証している。CO₂ 貯留が偶発的に行われる EOR プロジェクトは、何十年も安全に運用されている。

このことは、政府間や業界のパートナーシップ、研究プログラム、および利害関係者ネットワークの作業によって検証されている。既存の CCS プロジェクトから重大な安全性、健康や環境への影響は記録されておらず、EOR 業界も 40 年以上にわたる運用期間中、優れた安全記録を有している。

それが機能するかどうか、どのようにして知るか？

石油・天然ガス業界は、石油生産量を増やすために、ほぼ 10 億トンの CO₂ を地層に圧入する経験を 40 年以上も積み重ねている。これは CO₂-EOR と呼ばれている。CO₂ は通常、液体または高密度相状態で層に圧入される。こうすると、CO₂ が石油に混入し、石油が容易に流れるため、最終的により多くの石油が生産できるというわけである。CO₂ と石油の混合物は地表に汲み上げられ、そこで CO₂ は石油から分離され、再圧入するために再び回収される。この循環工程を経て、実質的に使用された全ての CO₂ が最終的に油田の寿命が切れるときに地層内に残る(偶発的貯留と呼ばれる)。大量の CO₂ を、安全に、確実に、そして非常に長時間、地層貯留することができる。

どれくらいの量の CO₂ を地下に貯留することができるか？

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)は、「はるかに大きな潜在性」を有する可能性はあるものの、世界の潜在的容量を 2 兆トンと推定している。(IPCC, 2005, Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage: Summary for Policymakers(二酸化炭素回収・貯留に関する特別報告書:政策決定者向け要約))

北米、ヨーロッパ、オーストラリア、その他の地域で行われた最近の集中的調査では、多くの地域に数世紀分の CO₂ 地中貯留ポテンシャルを持つ含塩層や石油・ガス貯留層が存在することを示されている。CO₂ 排出源と適切な地中貯留サイトの距離は、多くの要因に応じて変化する。多くの地域や排出源はアクセスの容易な貯留オプションを持つ一方、より大がかりな輸送システムへの

投資が必要となる場合がある。一部の地域では、貯留オプションが限られているため、CCS 展開の可能性が制限されることがある。

個々の貯留サイトの選択や特徴付けは、CCS プロジェ

クトの初期段階において最もコストがかかる要素の一つであるが、早期に検討する必要がある。貯留は、一般市民が最も注目する CCS の側面の一つである。

お問い合わせは、

GLOBALCCSINSTITUTE.COM、または電子メールでINFO@GLOBALCCSINSTITUTE.COMまで

この出版物は知識共有の目的でグローバルCCSインスティテュートが刊行したものです。もし当翻訳の一部が出典元と差異があった場合は、出典元に拠ります。