



CO₂貯留の仕組みと地層評価

九十九里沖CCS政策セミナー

Japan Organization for Metals and Energy Security

2025年12月21日

独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構

免責事項

本資料は、独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構（以下「機構」）が信頼できると判断した各種資料に基づいて作成されていますが、機構は本資料に含まれるデータ及び情報の正確性、完全性、又は適時性を保証するものではありません。

また、本資料の内容は、参考資料として提供されるものであり、法的、専門的、又は投資に関する助言を構成するものではありません。したがって、本資料の利用により生じた損失又は損害について、機構は一切の責任を負いません。本資料の内容は、第三者に対する権利又はライセンスの付与を意味するものではありません。

本資料には第三者の著作物が含まれる場合があります。機構又は各著作権者の事前の書面による承諾なしに、本資料の全部又は一部を無断で複製、頒付、又は法で認められている範囲を超えて引用することは固く禁じられています。私的利用、教育利用、引用など、日本国の著作権法に基づき利用できる範囲を超えて本資料を利用する場合は、機構又は関連する著作権者からの事前の承諾が必要です。

Copyright (C) Japan Organization for Metals and Energy Security All Rights Reserved.

本日の内容

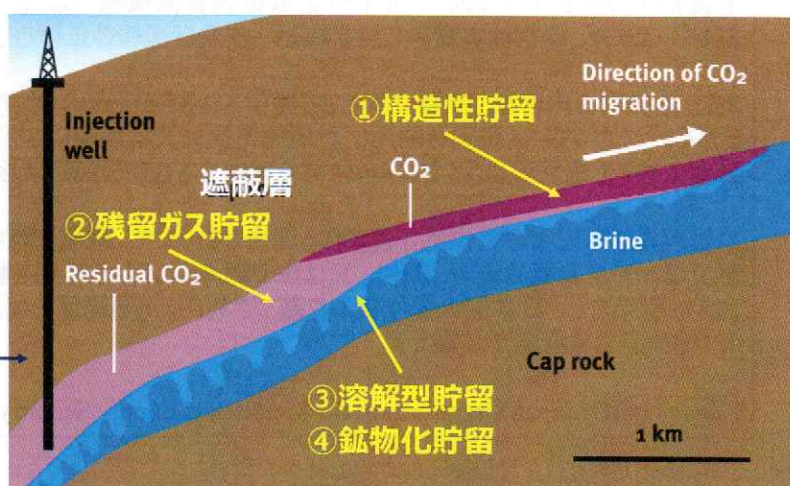
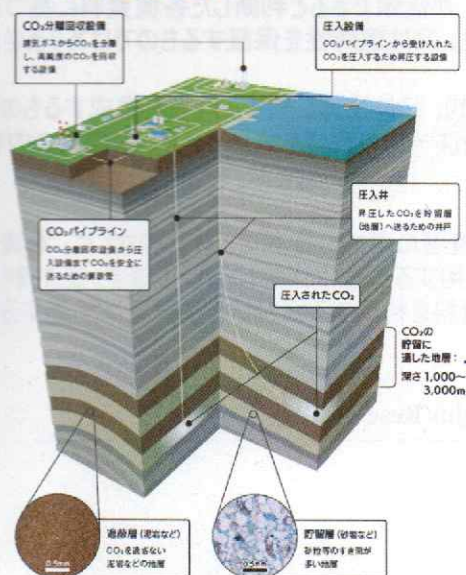
- CO₂貯留の仕組み
 - どのようにしてCO₂は地下に安定的にとどまるか。
- CO₂の安定貯留のための地層評価
 - どのようにして貯留計画を立案し貯留を実施するか。
- 貯留CO₂モニタリングの例
 - どのようにして地下の圧入CO₂を確認するか。

Energy Business Unit, Japan Organization for Metals and Energy Security

2

CO₂貯留の仕組み：どのようにしてCO₂は地下に安定的にとどまるか。

- 緻密で高い遮蔽性を有する**遮蔽層**と十分な貯留容積と高浸透性の**貯留層**
- 地下**深部**の**高温・高圧**環境 → **超臨界CO₂**（高効率な貯留）
- 4つの**貯留の仕組み**



（出典）Blunt (2010)

（出典）「CCSで持続可能な未来へ」（JAPEX社）より

Energy Business Unit, Japan Organization for Metals and Energy Security

3

CO₂貯留の仕組み：どのようにしてCO₂は地下に安定的にとどまるか。

遮蔽層の電子顕微画像

泥岩：すきまの大きさ～10nm

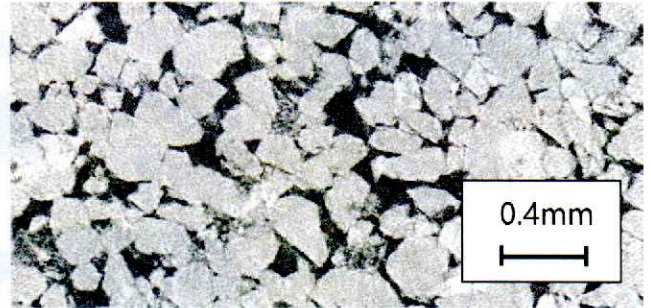


さらなる上部へのCO₂移動を起こさず、直下にCO₂を保持できる緻密な岩石からなる地層

岩石内のすきまの
大きさは
1/1000倍

貯留層のCT画像

砂岩：すきまの大きさ～10μm



CO₂貯留に適したすきまが多く多孔質な岩石からなる地層（砂岩・炭酸塩岩等）

（出典）第三回 カーボンマネジメント小委員会・資料3より

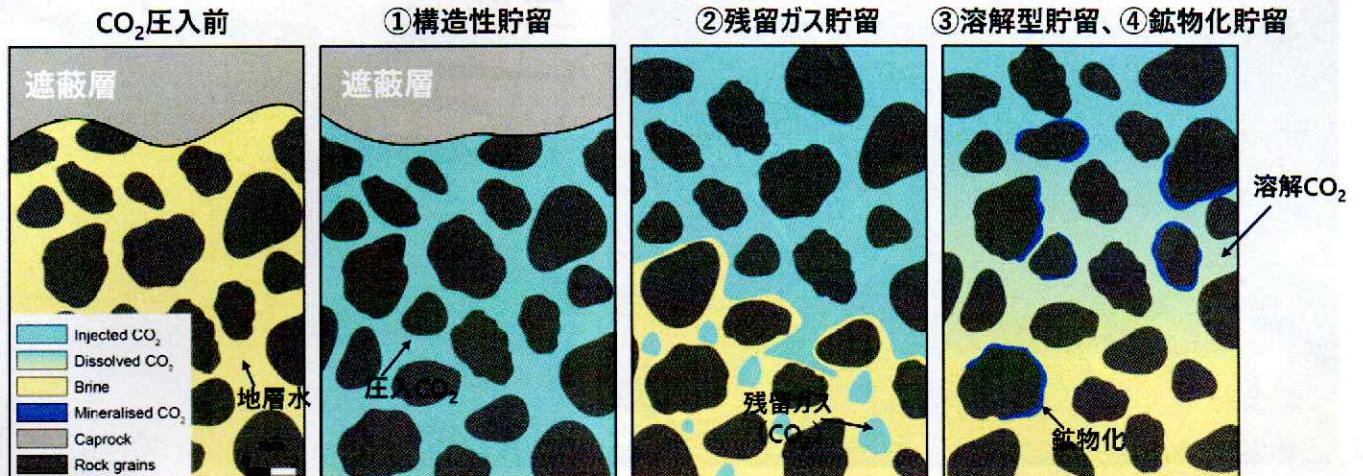
Energy Business Unit, Japan Organization for Metals and Energy Security

4

CO₂貯留の仕組み：どのようにしてCO₂は地下に安定的にとどまるか。

4つの貯留の仕組み→圧入からの時間経過とともに貯留はより安定化へ向かう

- | | |
|---|----------------|
| ① 構造性貯留：遮蔽層の下に貯留 | 物理トラップ（進行速度 速） |
| ② 残留ガス貯留：CO ₂ が移動する過程でバブル状となり流れなくなり岩石のすきまに貯留 | |
| ③ 溶解型貯留：圧入したCO ₂ が深部貯留層の地層水に溶解して貯留 | |
| ④ 鉱物化貯留：CO ₂ が溶解した地層水が岩石鉱物と化学反応し岩石鉱物として固定化 | |
| | 化学トラップ（進行速度 遅） |



（出典）IEA(2022)

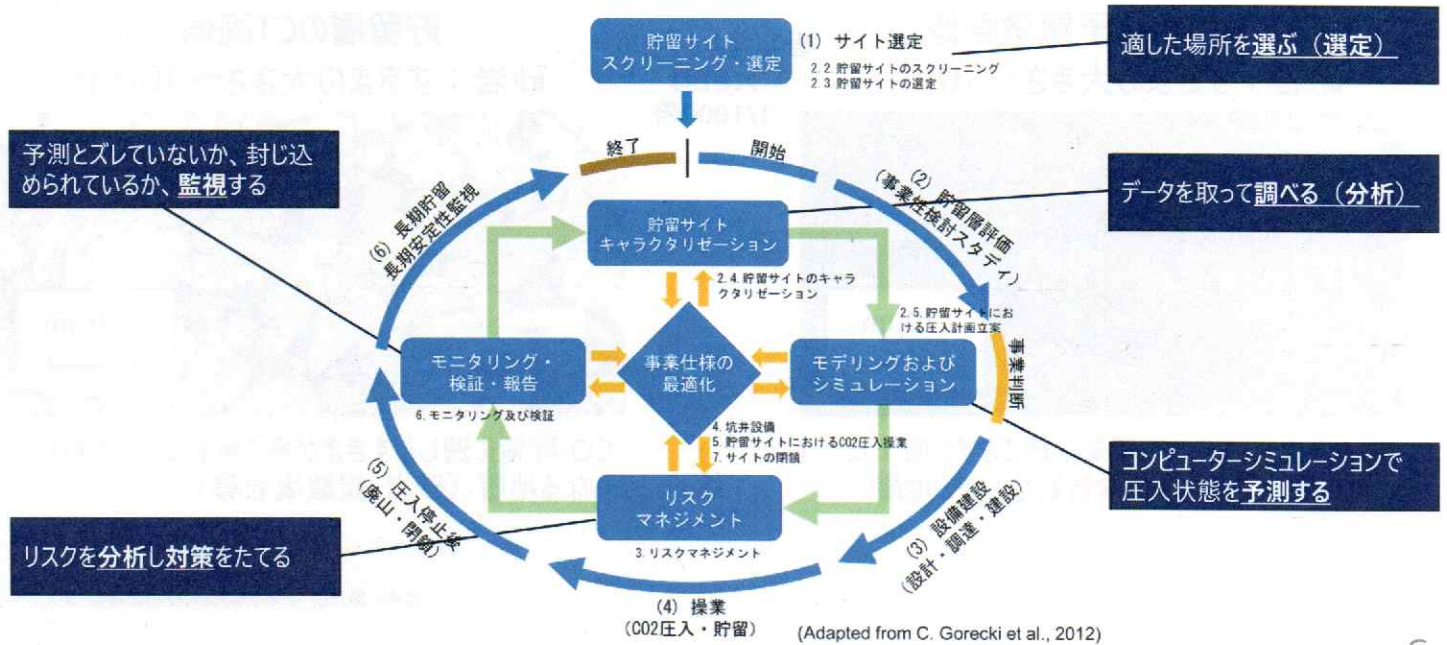
Energy Business Unit, Japan Organization for Metals and Energy Security

IEA, CC BY 4.0.

5

CO₂の安定貯留のための地層評価：どのようにして貯留計画を立案し貯留を実施するか。

石油・天然ガスの探鉱開発で培われた地下評価技術の「手法」を適用



Energy Business Unit, Japan Organization for Metals and Energy Security

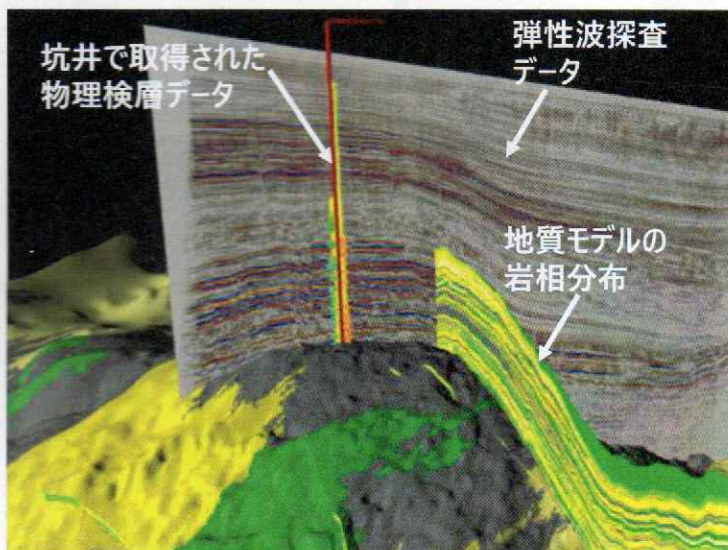
6

CO₂の安定貯留のための地層評価：どのようにして貯留計画を立案し貯留を実施するか。

石油・天然ガスの探鉱開発で培われた地下評価技術の「手法」を適用

地層の分析の例

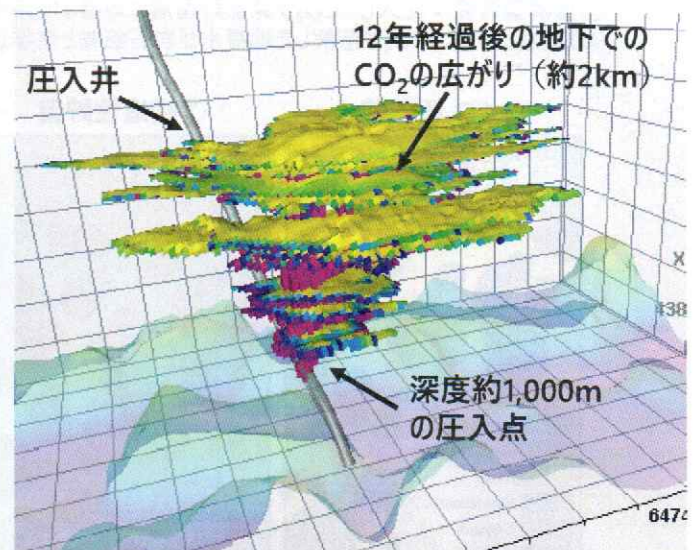
豪州カーボネットCCS事業より



(出典) Hoffman (2015)

CO₂圧入シミュレーションの例

ノルウェー スライプナー-CCS事業より



(出典) JOGMEC (2021)

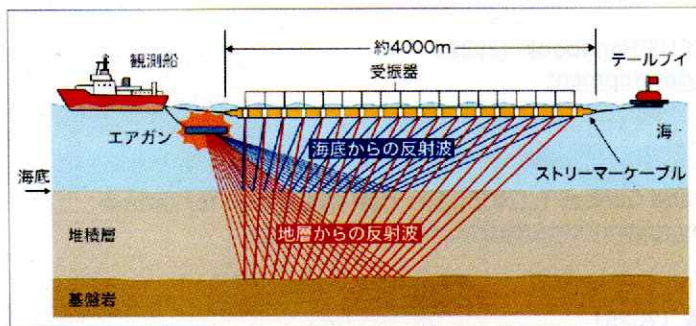
Energy Business Unit, Japan Organization for Metals and Energy Security

7

貯留CO₂モニタリングの例：どのようにして地下の圧入CO₂を確認するか。

貯留地の地質や貯留事業ごとの条件を踏まえ、費用対効果の高い手法で、総合的なモニタリング計画を立案

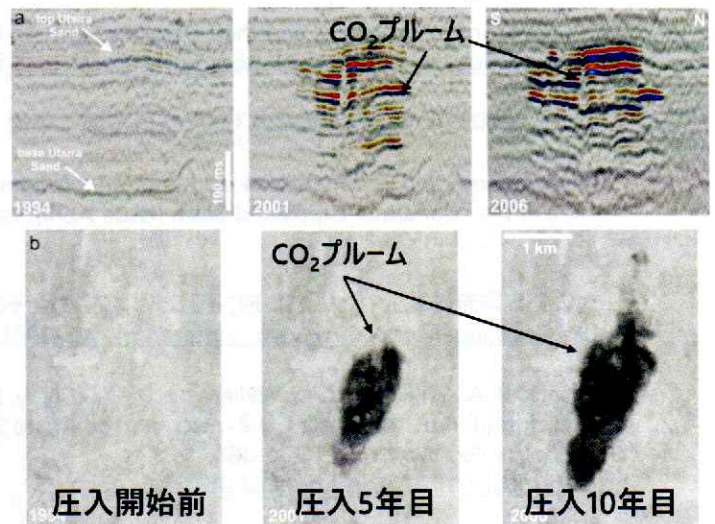
弾性波探査の概念図



(出典) 日本CCS調査株式会社(2020)および(2025)より

- 地層中を通過し反射した弾性波を受振し、地層内を調査する。
- CO₂圧入前後で繰返し弾性波探査実施。
- 岩石のすきま内を満たしていた地層水がCO₂に置き換わることで、弾性波速度に変化が生じる。これによりCO₂の位置及び範囲が調査できる。

繰返し弾性波探査の事例 ノルウェー スライブナー-CCS事業より



(出典) Chadwick (2012)

Energy Business Unit, Japan Organization for Metals and Energy Security

8

まとめ

CO₂貯留の仕組み

- **貯留層**（十分な貯留容積と高浸透性を有する）と**遮蔽層**（高遮蔽能力を有する）を地下深部で見つけることで、地下の圧力を利用して、CO₂を**超臨界**状態にて高効率に貯留する。
- **4つの貯留の仕組み**により安定的に貯留される。また、これらの仕組みが異なるスピードで進行し、一般に、圧入からの**時間経過とともに貯留はより安定化**へ向かう。

CO₂の安定貯留のための地層評価

- **石油・天然ガスの探鉱開発で培われた地下評価技術**の「手法」を適用
- 適切な場所の**選定**、取得データに基づく**分析**（キャラクタリゼーション）、コンピューター上での**予測**（シミュレーション）を通じて貯留計画を立案する。圧入CO₂の状態は、モニタリングにより**監視**する。

貯留CO₂モニタリングの例

- **貯留地の地質や貯留事業ごとの条件**を踏まえ、**費用対効果の高い手法**で、**総合的なモニタリング計画**を立案。
- 例えば、圧入前後での繰返し弾性波探査の実施により、**圧入CO₂の位置および範囲を監視**。

参考文献

石油資源開発株式会社, CCSで持続可能な未来へ～限りある資源から限りなき挑戦へ～,
https://www.japex.co.jp/business/uploads/pdf/CCSpamphlet_maintext.pdf

M. Blunt, "Carbon dioxide storage," Grantham Inst. Brief. Pap., vol. 4, pp. 1–12, 2010.

IEA, "CO2 Storage Resources and their Development: An IEA CCUS Handbook" (2022),
<https://www.iea.org/reports/co2-storage-resources-and-their-development>

JOGMEC. 令和2年度 石油天然ガス開発技術本部 年報

Carman, George and Hoffman, Nick and Bagheri, Mohammad and Goebel, T. (2015). Site characterisation for carbon storage in the near shore Gippsland Basin (Issue April). www.energyandresources.vic.gov.au/carbonnet

日本CCS調査株式会社, CCSにおけるモニタリング技術とその特徴 (2025)
https://www.japanccs.com/wp/wp-content/uploads/2025/04/CCS_monitoring_brochure_20250416FA.pdf

Chadwick, R. A., Williams, G. A., Williams, J. D. O., & Noy, D. J. (2012). Measuring pressure performance of a large saline aquifer during industrial-scale CO₂ injection: The Utsira Sand, Norwegian North Sea. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 10, 374–388.
<https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2012.06.022>