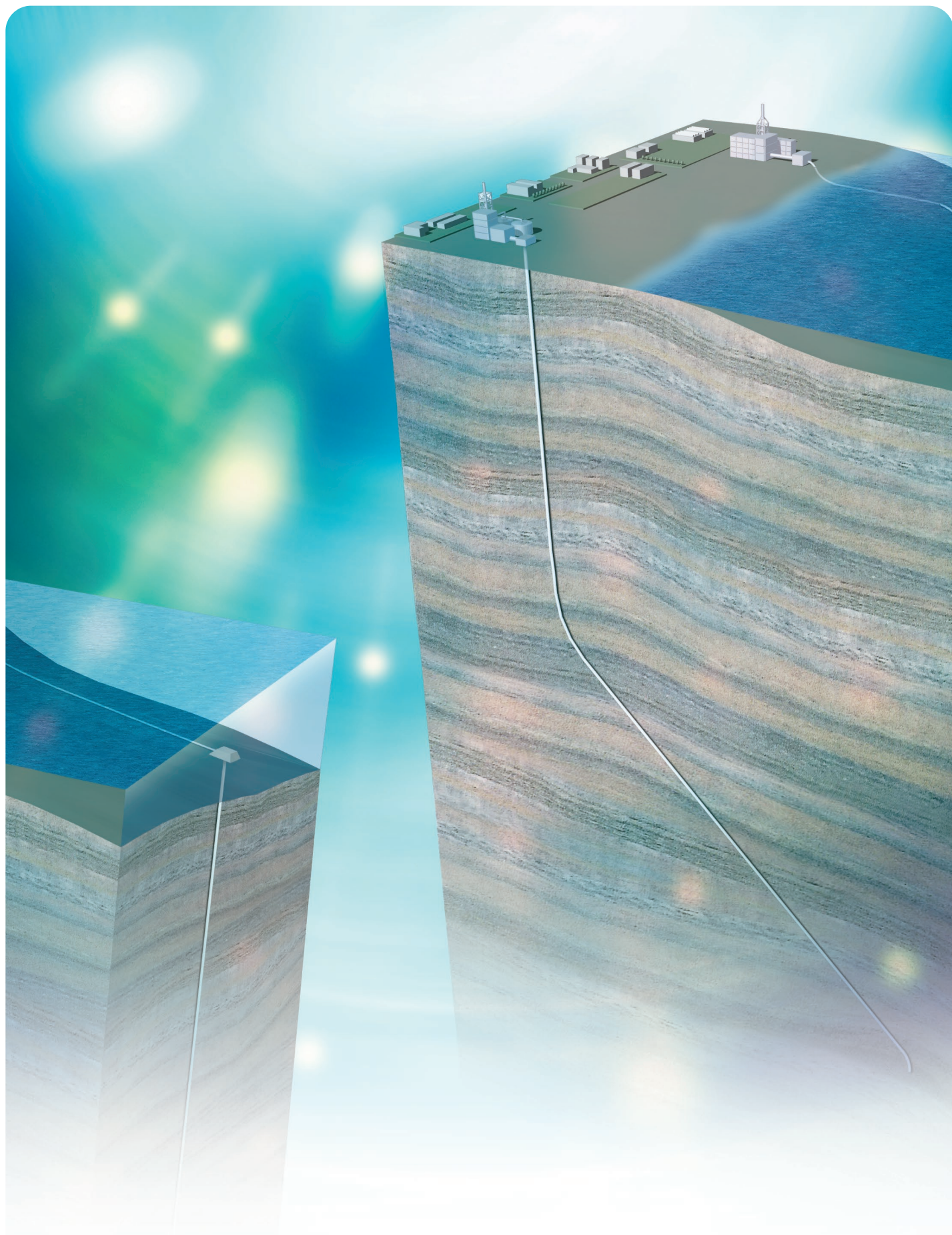




CCS (二酸化炭素回収・貯留) について



CCSとは、工場や発電所などから排出される二酸化炭素（CO₂）を含んだガスからCO₂を分離・回収して、地下深くの安定した地層の中に貯留する技術です。CO₂の大气中への放出を大量に削減できるため、省エネルギー、再生可能エネルギーなどとともに、地球温暖化対策に貢献していくことが期待されています。

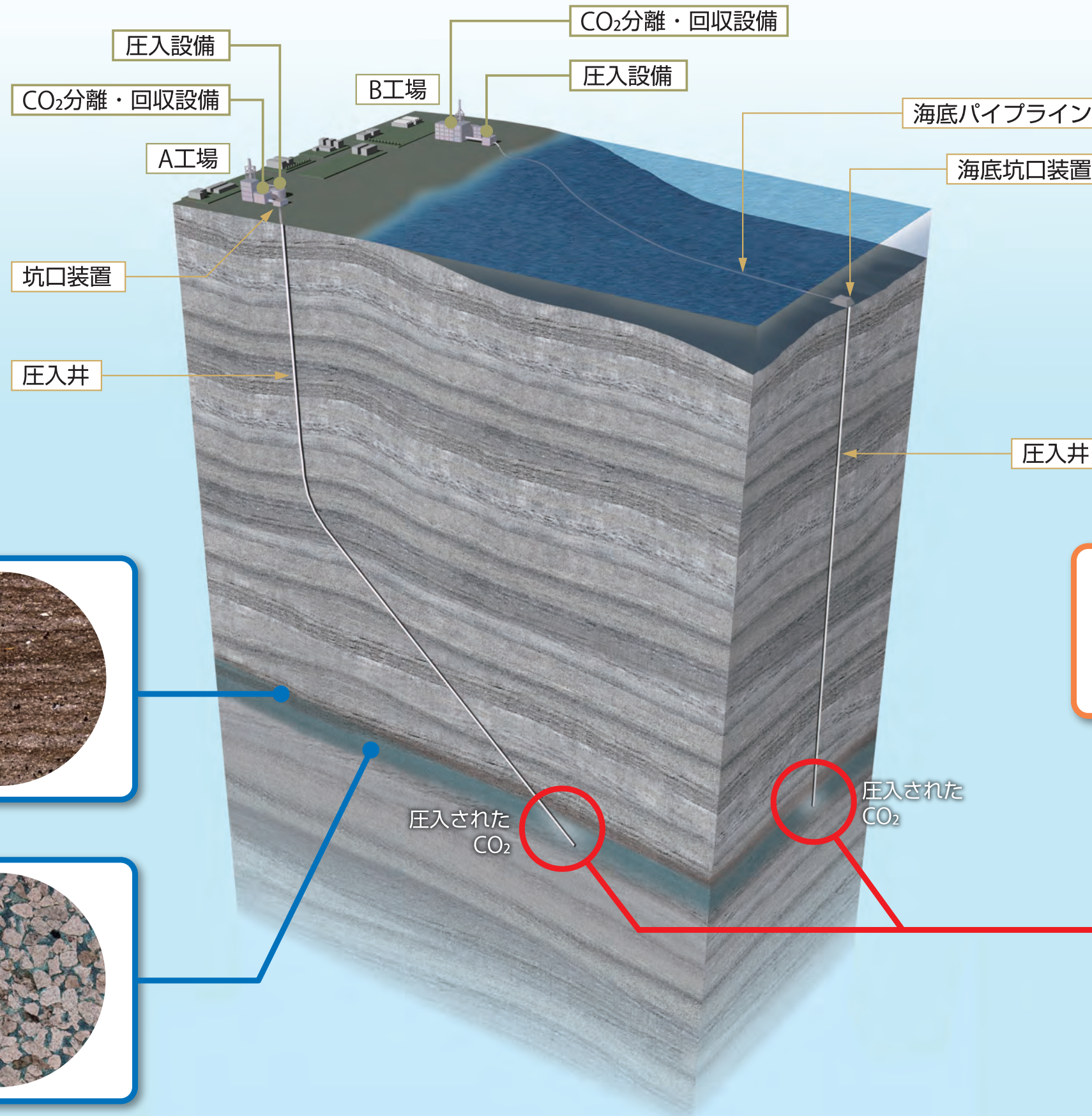
Carbon dioxide Capture and Storage

二酸化炭素(CO₂)を

回収して

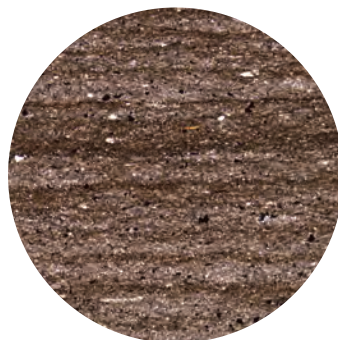
貯留する

CCS概念図



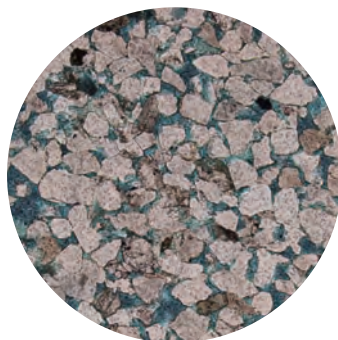
しゃ 遮へい層

CO₂を通さない
泥岩などの層です。

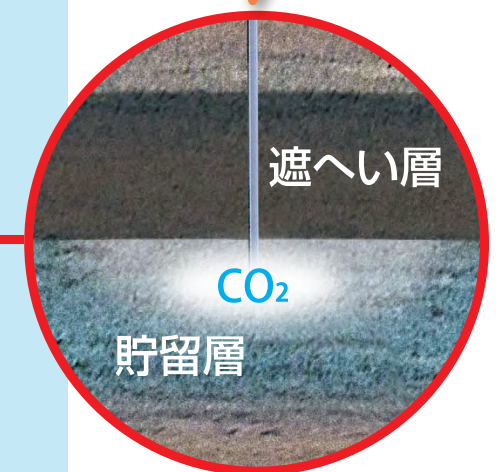


ちよ りゅう 貯留層

すき間の多い
砂岩などの層で、
すき間にCO₂を
貯留します。



貯留層と、その上部に
遮へい層が存在する
地質構造が必要です。





CCSは以下の3つの技術要素で構成されています。

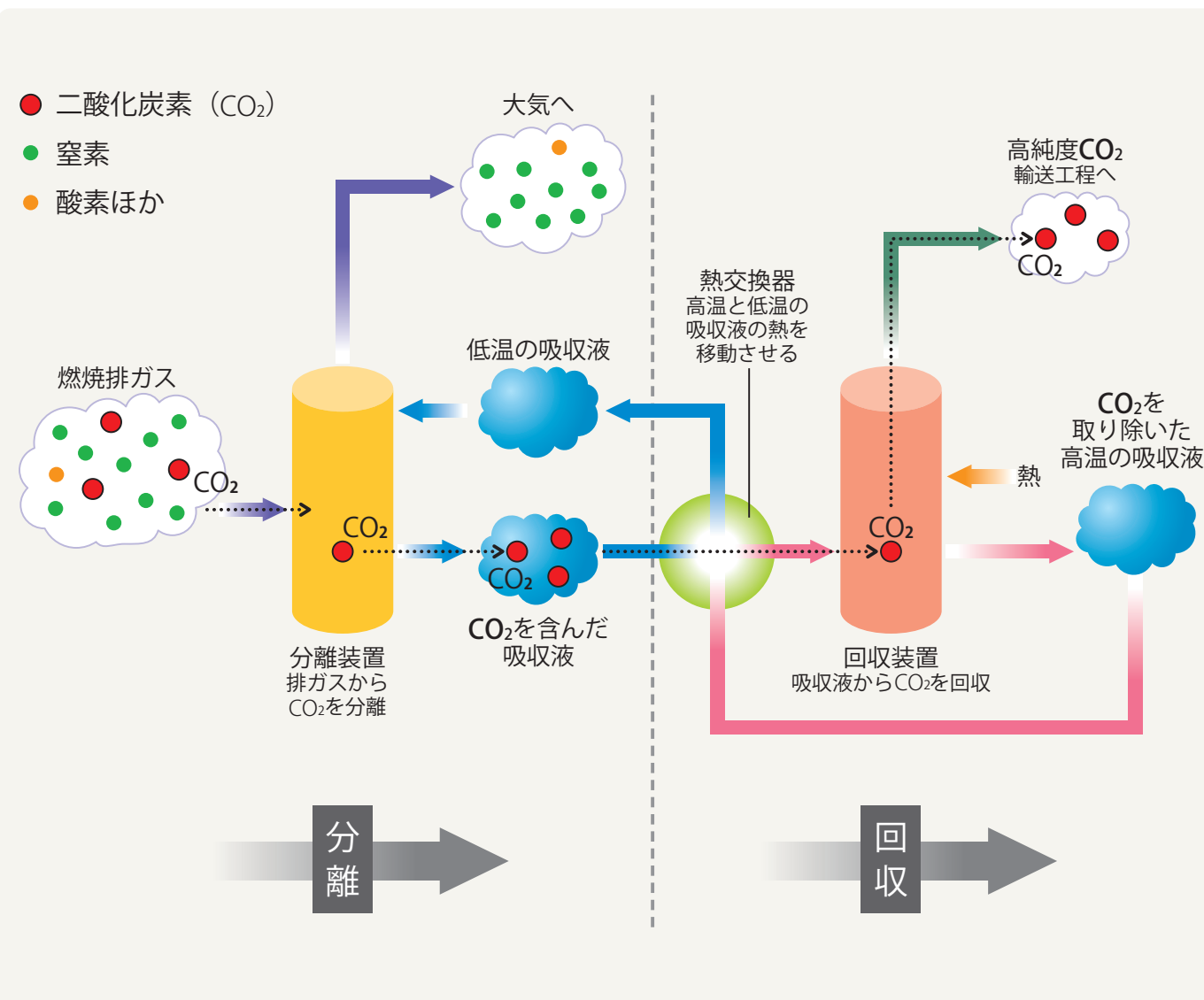
1. CO₂ 分離・回収：工場・発電所などから発生するCO₂を含むガスから、CO₂を分離・回収します。
2. CO₂ 輸送：分離・回収されたCO₂を、貯留地点まで輸送します。
3. CO₂ 貯留：貯留地点まで輸送されたCO₂を、地下1,000m以深にあり、上部を遮へい層で厚く覆われた貯留層に、圧入・貯留します。

CO₂分離・回収

火力発電所や大規模な工場などで排出されるガスからCO₂を分離し、高純度CO₂として回収します。

排出されるガスの性質に合わせて最適な分離・回収方法が選択されますが、その1つに化学吸収法があり、アミン溶液などによる化学反応でCO₂を吸収し、分離・回収する方法です。アミン溶液による化学吸収法は、工業的に確立された技術として多くの国で長期にわたり広く利用されており、日本でも化学工場や国産天然ガスの生産工程、燃焼排ガスからの回収などで利用されています。

CO₂分離・回収概念図（化学吸収法）



CO₂輸送

分離・回収されたCO₂を、貯留地点まで輸送します。輸送は、専用パイプラインや輸送船、少量輸送の場合はタンクローリーや鉄道コンテナなどを使用します。

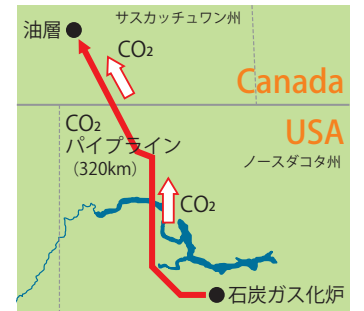
米国では年間約6,800万トンのCO₂がパイプラインで輸送されており^(※1)、その多くが、油田に圧入して原油を増産するために利用されています。

*1 出典: Global CCS Institute 「CO₂はどのように輸送されますか?」
<https://jp.globalccsinstitute.com/why-ccs/understanding-ccs/transport/> (参照 2022-04-18)

日本では、溶接や半導体の基盤洗浄、炭酸飲料、ドライアイスなどに利用されるCO₂がタンクローリーなどの専用車両で日常的に輸送されています。

また、CO₂の排出源と貯留適地とが近接しているとは限らないので、長距離輸送に適した船舶による大量輸送のための技術開発が進められています。船舶輸送は、CO₂の排出源と貯留地を限定せずに柔軟に結ぶことができるという利点もあります。

そして、2021年から、NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）により、2030年頃のCCUS技術の社会実装に向けて、船舶による液化CO₂の輸送技術確立のための研究開発ならびに実証試験が行われています。



カナダ・ワイバーンプロジェクトの図
(Petroleum Technology Research Centre資料に基づき作成)



実証試験船「えくすくうる」
提供：NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）、山友汽船株式会社

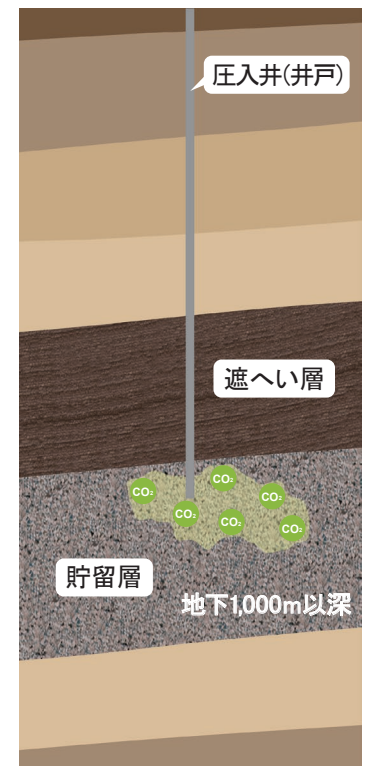
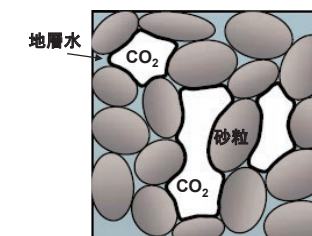
CO₂貯留

貯留地点まで輸送されたCO₂を圧入井（井戸）を通じて私たちの生活空間から離れた地下1,000m以深の貯留層（砂岩などの地層）に貯留します。

貯留層は、岩石のすき間が地層水（塩水）で満たされており、CO₂はこのすき間に貯留されます。CO₂は水より軽いため浮力により上方へ移動しますが、貯留層の上部のCO₂を通さない遮へい層（泥岩などの地層）が蓋の役割をするため、貯留層内に留まります。また、長い年月を経てCO₂は地層水に溶解し、さらには周辺の岩石と反応して鉱物化することで、安定的に貯留層内に閉じ込めることができると考えられています。

<貯留層に適した条件>

- ・貯留層の上部を遮へい層が覆っている
- ・地下1,000mより深い
- ・近くに活断層などが存在しない



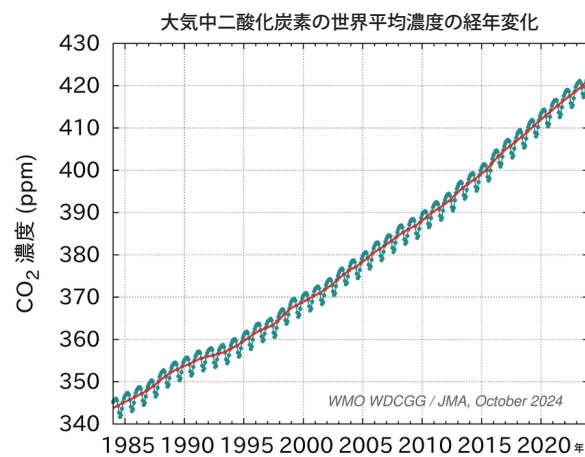


温暖化の主な要因はCO₂排出量の増加

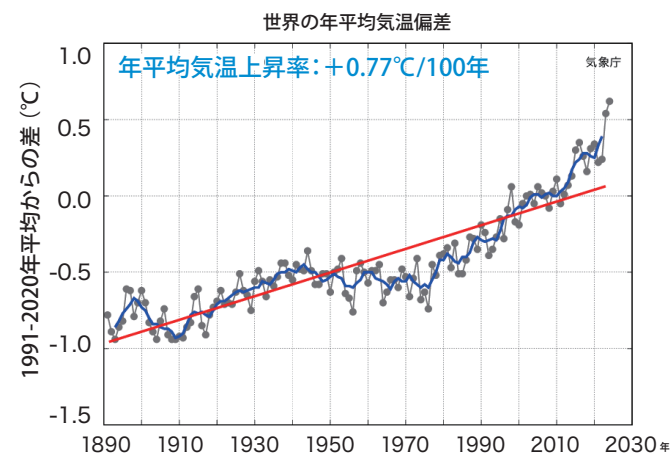
IPCC^(※3)が2021年8月に公表した第6次評価報告書第1作業部会報告書では、「A.1 人間の影響が気候、海洋及び陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない。」「B.1 向こう数十年の間にCO₂及びその他の温室効果ガスの排出が大幅に減少しない限り、21世紀中に、1.5℃および2℃を超える地球温暖化が起こる。」^(※4)と記載されています。

^{※3} Intergovernmental Panel on Climate Change: 国連の気候変動に関する政府間パネル

^{※4} 出典: 気象庁「IPCC 第6次評価報告書 第1作業部会報告書気候変動2021: 自然科学的根拠政策決定者向け要約 (SPM) 暫定訳 (2022年5月12日版)」を基にJCCSが作成 https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar6/IPCC_AR6_WG1_SPM_JP_20220512.pdf



青色は月平均濃度、赤色は季節変動を除去した濃度。
出典: 気象庁「大気中二酸化炭素の世界平均濃度の経年変化」
2025年3月25日更新
https://www.data.jma.go.jp/ghg/kanshi/ghgp/co2_trend.html
を基に作成



細線(黒): 各年の平均気温の基準値からの偏差
太線(青): 偏差の5年移動平均値、直線(赤): 長期変化傾向。
出典: 気象庁「世界の年平均気温偏差の経年変化 (1891~2024年)」
2025年3月18日更新
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_wld.html
を基に作成

今世紀後半に温室効果ガスの排出量を実質ゼロにする世界の目標

2015年12月にフランスで開催されたCOP21では、世界の全ての参加国が今世紀後半に人為的な温室効果ガスの排出と吸収を均衡させる新たな長期目標が合意されました(パリ協定)。

CCS・CCU・CCUS^(※5)はCO₂削減のために不可欠な技術

CO₂の大幅な排出削減のためには、温暖化対策を役割に応じて総動員していくことが必要と考えられています。2020年1月に策定された「革新的環境イノベーション戦略」では、世界のCO₂排出量と吸収量がプラスマイナスゼロになる「カーボンニュートラル」を実現するような技術、さらには過去に排出された大気中のCO₂をも削減する「ビヨンド・ゼロ」を可能とするような革新的技術を、2050年までに確立することを目指しています。

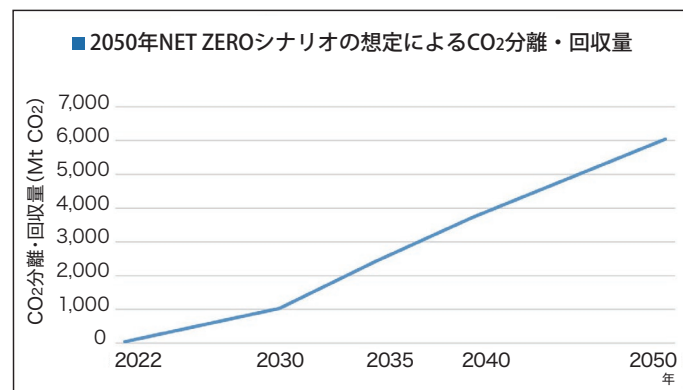
その革新的技術のひとつが、産業活動から排出されるCO₂を回収して貯留するCCSと、回収したCO₂を有効に利用するCCU、このCCSとCCUを合わせて、CCUSと呼ばれています。

^{※5} CCUS: Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage (CO₂の分離・回収・利用・貯留)

出典: 資源エネルギー庁HPより一部引用 https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteiky/ccs_tomakomai.html

CCUSのCO₂削減ポテンシャル

IEA(国際エネルギー機関)によれば、2050年ネットゼロを達成するために必要なCCUSによる世界のCO₂回収量は、その時点で年間約60億トンと見込まれています。



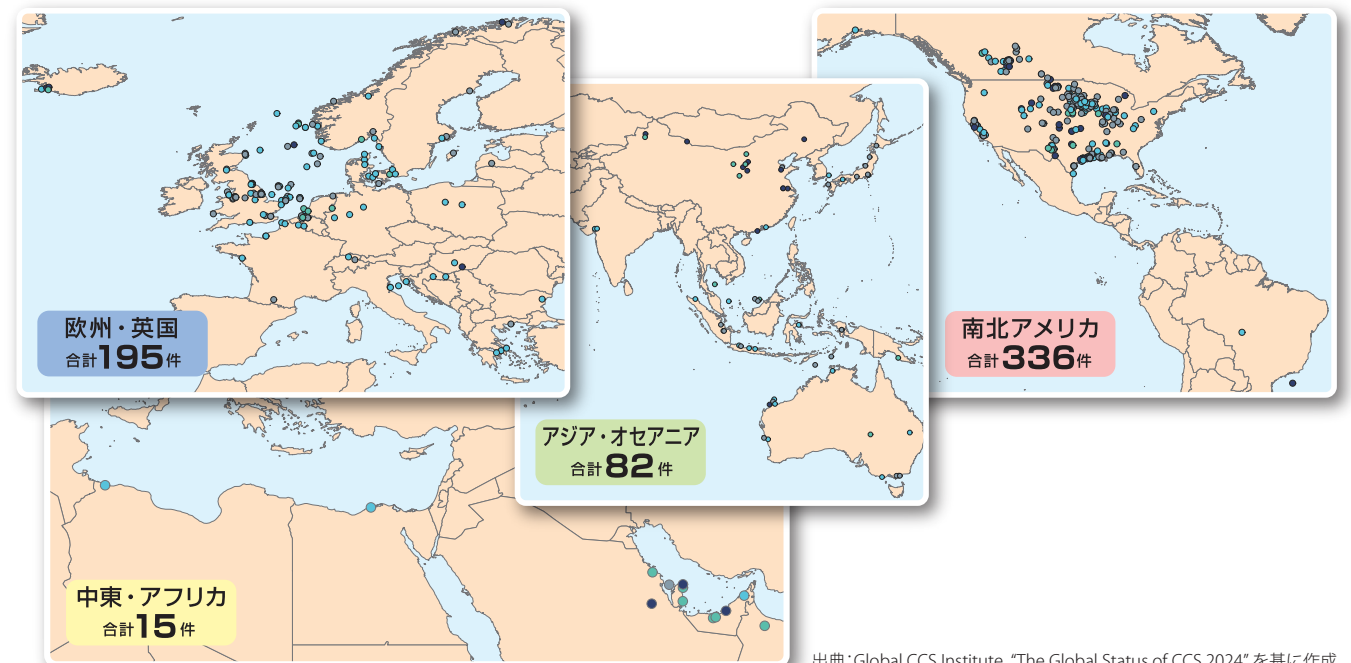
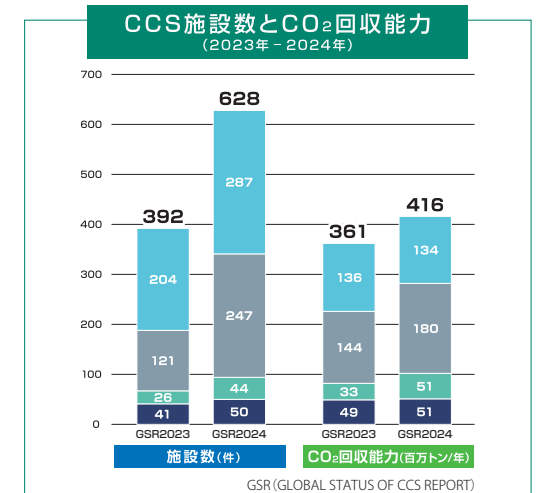
出典: IEA Net Zero Roadmap 2023 "Table A. 4: World CO₂ emissions"を基に作成



世界のCCS施設

CCS施設数は、2024年7月時点で、操業中50件、建設中・開発中が578件と、大幅に増加しています。

	南北アメリカ	欧州・英国	アジア・オセアニア	中東・アフリカ	合計
● 開発中(前期)	144	106	33	4	287
● 開発中(後期)	147	74	24	2	247
● 建設中	18	10	10	6	44
● 操業中	27	5	15	3	50
合計	336	195	82	15	628



出典: Global CCS Institute. "The Global Status of CCS 2024" を基に作成



実用規模を想定した日本初の大規模実証試験

苫小牧CCS大規模実証試験

2012年度から2015年度に実証設備を建設、2016年4月より、年間10万トン規模のCO₂圧入を開始し、2019年11月に当初目標としていた累計CO₂圧入量30万トンを達成し、圧入を停止しました。圧入停止後もモニタリングを継続しています。分離・回収から圧入・貯留までのCCSの一貫システムの操業を我が国で初めて行うとともに、各種モニタリングと海洋環境調査などを通じて、CCSが安全かつ安心できるシステムであることを確認しました。また本実証試験により抽出された課題は、CCS長期ロードマップ検討会でも検討されました。

種別: CO₂回収 + 地中貯留(海底下)
CO₂供給源: 製油所内水素製造装置
貯留タイプ: 海底下 深部塩水層(2層)
貯留層深度: 海底下1,000~1,200m
海底下2,400~3,000m
分離・回収方法: アミン溶液による化学吸収法

■分離・回収設備



■プラント全景



苫小牧市沖の一部区域を特定区域に指定

北海道苫小牧市沖の一部区域が、CCS事業法に基づく要件を満たすと認められたことから、初の特定期域に指定されました。

Q1 貯留したCO₂はどうなるのでしょうか？

A

貯留層に閉じ込められたCO₂は、貯留層のすき間にある地層水（飲料に適さない塩水）を押しつけて徐々にその貯留層内に広がっていきますが、上部には遮へい層があるため、長期間にわたり安定して貯留層内に閉じ込めることができます。長い年月を経過したCO₂は、地層水に溶解し、さらには周辺の岩石と反応して鉱物化し、安定的に閉じ込めることができると考えられています。

Q2 CCSの地上設備の安全性はどのようになっているのでしょうか？

A

CCSの地上設備は、CO₂を分離・回収するための高さ50m程度の塔や熱交換器、ポンプ、圧縮機、配管、パイプラインなどで構成されています。

設備からCO₂が漏れる可能性は、大規模地震などによる機器類の損傷などが考えられますが、高圧ガス保安法などの関係法令に基づく管理を徹底することで、CO₂が外部に漏れ出ることを防止しています。

また、CO₂漏洩検知システムを設置し、万が一CO₂が漏れた場合にも、漏洩を最小限にとどめるための安全対策に万全を期しています。

Q3 貯留したCO₂は、地上に出てこないのでしょうか？

A

CO₂の地中貯留を行うためには、CO₂を貯めるための隙間のある地層（貯留層）の存在とともに、その貯留層の上部がCO₂を通さない地層（遮へい層）で覆われていることが必要となります。貯留層の中のCO₂が長年にわたり漏れないように遮へい層が蓋の役目をします。

2005年に発表されたIPCCの特別報告書によれば、地層を適切に選定し、適正な管理を行うことによって、貯めたCO₂を1,000年にわたって、貯留層中に閉じ込めることができるとしています。

制 作：日本CCS調査株式会社

この資料はNEDO(国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構)の委託事業の一環で、日本CCS調査(株)が作成したものです。

【問合せ先】

日本CCS調査株式会社
〒100-0005 東京都千代田区丸の内1丁目7番12号サピアタワー
<https://www.japanccs.com/>

電話:03-6268-7610

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310ミューザ川崎セントラルタワー
資源エネルギー庁 資源・燃料部 燃料環境適合利用推進課 CCS政策室
〒100-8901 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

電話:044-520-5250

電話:03-3501-1727