

CCSとは？

地球温暖化防止対策としての二酸化炭素削減技術について

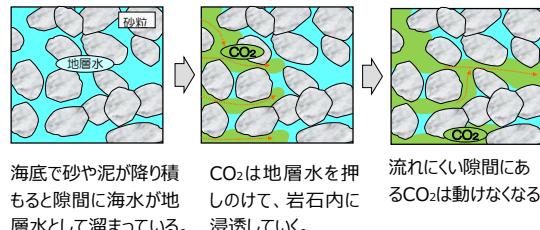
「CCS」とは、「Carbon dioxide Capture and Storage」の略で、日本語では「二酸化炭素回収・貯留」技術と呼ばれます。発電所や化学工場などから排出されたCO₂を、ほかの気体から分離して集め、地中深くに貯留・圧入するという技術です。

CCSの原理

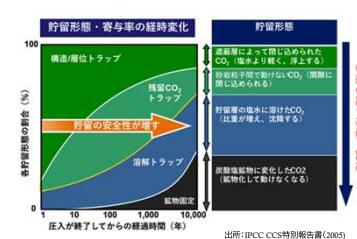


貯留層：粒の粗い砂が固まった砂岩などで形成されており、多くの隙間(空隙)があり、地層水を含んでいる地層。このような場所にCO₂を圧入し、貯留する。

CO₂が貯留層にたまる仕組み

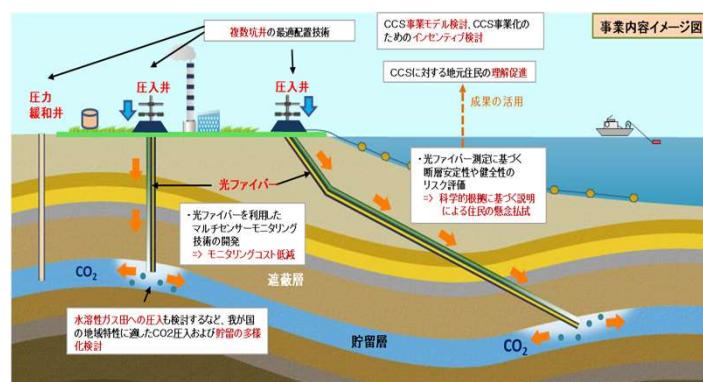


CO₂貯留の長期安定性について



RITE/二酸化炭素地中貯留技術研究組合の研究開発について

RITE/二酸化炭素地中貯留技術研究組合では、我が国におけるCCSの実用化を目指し、安全かつ経済的な貯留技術の開発を行っています。具体的には、効率的なモニタリング技術の実現、CO₂貯留層の有効利用、さらに国民全体のCCSに対する理解促進を含め、幅広い専門技術を基盤とし、研究開発を実施しています。



我が国におけるCO₂圧入実証試験

長岡CO₂圧入実証試験
(2000~2008年度)
;RITE



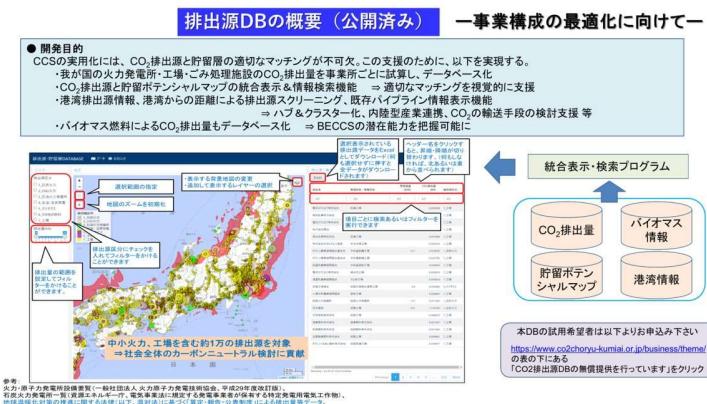
日本初のCO₂地中貯留実証試験
2003年から2005年に
1万トンの二酸化炭素を
地下1,100mの地層に貯留
地中でのCO₂の動きを調査

苦小牧CCS大規模実証試験
(2012~2020年度)

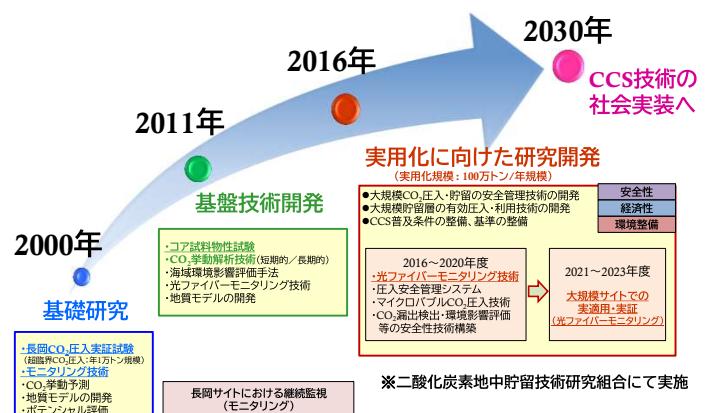


日本初のCCS一貫プロジェクト
2016年から2019年に
合計30万トンの二酸化炭素を
苦小牧湾内の海底下約1,000mと
約3,000mの2か所に貯留

CCSの事業化を支援するために、CO₂排出源と貯留層の適切なマッチングが不可欠であることから、排出源データベースを作成しました。このデータベースを利用することにより、CO₂をどこから回収してどこに貯留すればよいか、ビジネスモデルの立案に貢献できます。



2030年CCS社会実装の実現に向けて



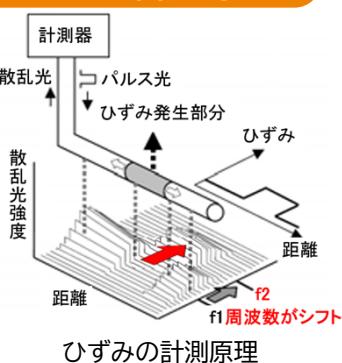
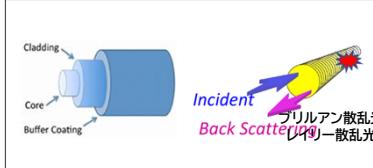
※二酸化炭素地中貯留技術研究組合にて実施

光ファイバー・マルチセンシングによる CO₂挙動モニタリング技術の開発

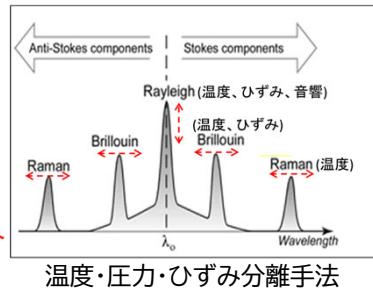
大規模排出源からCO₂を回収し、地下深部の塩水性帯水層に貯留するCCSは、地球温暖化対策の効果的な技術として注目されています。光ファイバーによるマルチセンシング技術は、地中でのCO₂挙動把握に対して、低成本なモニタリングデータを提供できます。CO₂圧入の安全・操業管理において、事業の開始時から終了時まで長期に亘って役立つ技術です。

光ファイバー・マルチセンシング計測原理

- 光ファイバーにレーザーパルスを送信し、返ってくる後方散乱光を計測・解析します。
 - 後方散乱光の到達時間により、変化発生地点を把握します。

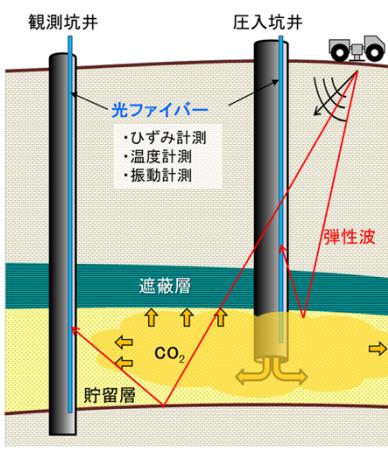


- 後方散乱光の周波数解析により、光ファイバーの伸縮(地層変形)、光ファイバー周辺の温度変化、および音響振動(動的ひずみ)を、それぞれ測定することができます。



- 周波数シフトは温度、ひずみの影響を複合的に受けるため、それぞれを分離するための計測・データ解析が必要となります。
 - 従来のブリルアン散乱だけでなく、レイリー散乱も計測することにより、複合的な影響の分離が可能となりました(左図)。

光ファイバー・マルチセンシング 技術のCO₂貯留事業での利用



- ▶ 光ファイバーを利用したひずみ・温度・音響のマルチセンシング技術は、CO₂貯留事業において、低成本のモニタリングを実現可能にします(下表)。
 - ▶ 地層内のひずみ・温度を計測するために、坑井用光ファイバー・ケーシング背面への設置治具の開発、および施工方法を考案しました。

光ファイバー測定技術の特長

- ・ケーブル長さ方向の多点かつリアルタイム計測可能
 - ・腐食に強く半永久的に使用可能
 - ・電気、磁気ノイズに強い
 - ・極小径のため狭小部への設置が可能

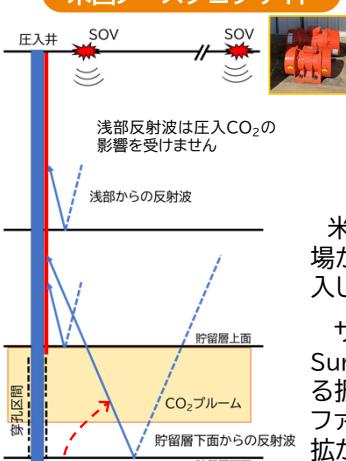
各光ファイバー測定技術の測定対象	
DSS (ひずみ計測)	貯留層/遮蔽層の力学的 安定性監視
DTS (温度計測)	坑井周辺のCO ₂ 漏洩監視 (坑井健全性)
DAS (音響計測)	CO ₂ 分布状態の把握

CO₂圧入坑井や観測坑井の外部に設置された光ファイバーは、貯留層の圧入区間の特定や入りやすさの度合い、遮蔽層の安全性、坑井健全性を常時監視できます。

音響センサーとしての光ファイバーは、地震計の代用として弾性波探査の受振センサーとして利用され、操業の任意のタイミングにおいて地中のCO₂の拡がり・分布状態をモニタリングすることができます。

実証試験サイト

米国ノースダコタサイト



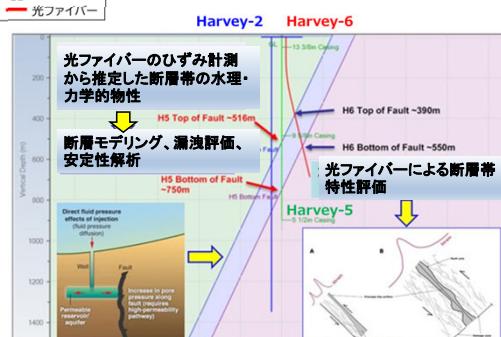
米国ノースダコタサイトでは、エタノール工場から排出される年間18万トンのCO₂を圧入しています。

サイト内の常設型発信装置(SOVs: Surface Orbital Vibrators)から発せられる振動を、坑井やパイプラインに設置した光ファイバーで受振し、地下のCO₂プルームの拡がりを把握しています。

CO₂プルームを通過する波は、圧入前と比較して速度低下、振幅減衰が生じます。

亳州パース南部サイト

豪州パークス南部サイトでは、深部(約1,200m)の断層を対象とした実証試験を行っています。高精度の2D・3Dの弾性波探査解析やコア解析等によって、地下での断層位置を特定し、その形成史や断層破碎帯周辺の地質特性解析が行われています。



断層からの漏洩や安定性評価のため、新規坑井を掘削・ファイバー設置を行いました。流体圧入試験時のひずみ計測・データ解析より、断層帯の水理的・力学的影响を評価します。

漏洩・誘発地震に対するリスクマネジメント・評価手法の構築を目指しています。

CO₂地中貯留技術事例集

– CCS事業者への手引書 –

RITEでは、CO₂地中貯留技術の事業化に向けて、貯留層の総合解析評価、光ファイバーを用いたCO₂モニタリング技術、社会合意形成手法などの開発に取り組んでおり、国内外のサイトで技術検証試験を実施しています。これまでに得られた知見および成果、海外のCCSプロジェクトの技術情報などの事例を収集し、CCS事業者が参考できる、「CO₂地中貯留技術事例集」を作成しており、経済産業省およびNEDOのホームページにも逐次公開しています。

CO₂地中貯留技術事例集の概要

技術事例集の作成にあたっては、カナダのQuest、ノルウェーのSleipnerなどの海外の大規模CCSプロジェクトにおける事例の他、国内で実施された「二酸化炭素地中貯留技術開発」(長岡CO₂圧入実証試験(2000–2007))ならびに、「苫小牧におけるCCS大規模実証試験事業」(2012–2019)の成果も取り込んでいます。

CO₂地中貯留事業は、基本計画からサイト閉鎖後管理までの8つのフェーズに分けられ、技術事例集は、各フェーズに対応した第1章から第8章で構成されています。

CO₂地中貯留事業の流れ



第1章 基本計画

第1章「基本計画」は、右記に図示した通り、CCS事業の全体像が把握できるように構成されています。

CO₂地中貯留事業の実施スキーム、事業実施計画の他、関連法規、経済性、不確実性、リスク管理、社会受容性(PO/PA)を含む重要な要件がまとめられています。

第1章「基本計画」のコンテンツ

- ・ 基本計画の目的
- ・ 基本計画の内容
- ・ CO₂地中貯留事業の概観
- ・ 事業実施体制
- ・ 事業実施計画
- ・ 関連法規
- ・ 排出源
- ・ 経済性
- ・ CCS事業の不確実性
- ・ リスク管理
- ・ PO/PAに対する考え方

第2章 貯留サイト選定

基本計画に示された全体計画に基づき、地質的要素を主として、その他の要素も参考にしつつ、基本的には既存の地質情報を使用して、CO₂の貯留サイトとしての要件を満たした候補サイトを選定します。地質情報が十分ではなく、貯留能力、安全性、経済性については不確実性があるため、複数の候補サイトを選定する必要があります。

第3章 サイト特性評価

選定された候補サイトに対して、必要に応じ地質データの新規取得を行い、貯留サイトとしての要件に関して詳細な評価を実施します。地質モデルを構築し、CO₂圧入シミュレーションにより貯留可能量評価、地質的観点からのリスク評価、圧入仕様検討を実施します。それを受け、施設の概念設計を行い、経済性に関する概算評価も実施します。その結果として、貯留サイトが最終決定されます。

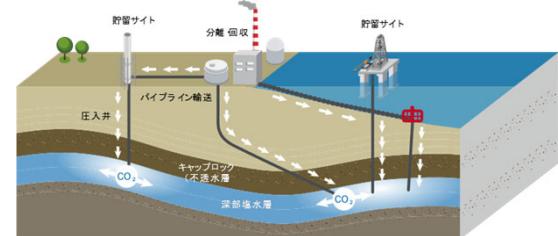
第4章 実施計画

サイト特性評価を経て、圧入サイトが決定されると、具体的な実施計画を立案します。事業概要、スケジュールの他、CO₂輸送・坑井掘削・CO₂圧入・モニタリングおよびサイト閉鎖後の責任移譲に関する計画のほか、経済性、リスク管理、社会受容性の要件について記述しています。実施計画策定後には、FIDを行い、事業の許認可申請を行います。

注)FID:最終事業投資判断

CCS事業化に向けて

2024年11月に、「二酸化炭素の貯留事業に関する法律」(CCS事業法)の試掘に関する規定が施行され、先進的CCS支援事業も拡充されるなど、2030年のCCS社会実装の実現に向けた事業環境を整備するために、様々な取り組みが実施されています。



第5章 設計・建設

CCS事業のうち、CO₂の輸送、CO₂地中貯留に関わる地上施設の設計、建設についてその設計・建設に関して記述しています。また、国内外のCO₂圧入実証試験、プロジェクト事例と国内外CCSガイドラインおよび関連法規を参考に、作業実施上、必要となる手続きの事例も併せて紹介しています。

第6章 操業・管理

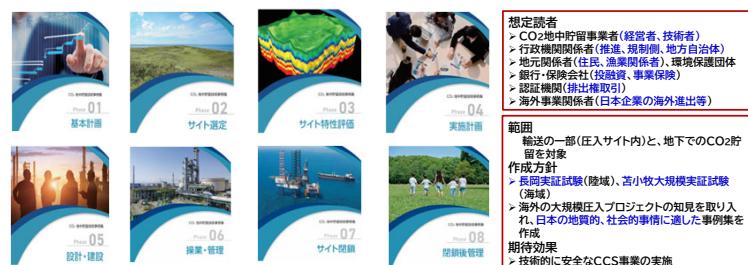
実施計画に従い、圧入操業を実施します。圧入されたCO₂の分布状況や、貯留層の圧力変化をモニタリングし、CO₂挙動予測との乖離がある場合は地質モデルを改良し、CO₂長期挙動予測の高精度化を図ります。また、CO₂漏出検知を目的としてモニタリングも実施します。

第7章 サイト閉鎖

CO₂圧入終了後、圧入井を廃坑し、閉鎖後モニタリングに必要な施設を除き、圧入施設および輸送に関わる設備を撤去します。サイト敷地は現状復帰の上、所有者に返還されます。

第8章 閉鎖後管理

サイト閉鎖後は、CO₂挙動の確認および漏出監視を目的としたモニタリングを継続実施します。その期間は法規制によって定められますが、事業者による一定期間のモニタリングによって安全性が確保された後に、サイト管理責任は公的機関に移管されます。



CO₂地中貯留技術事例集の構成図

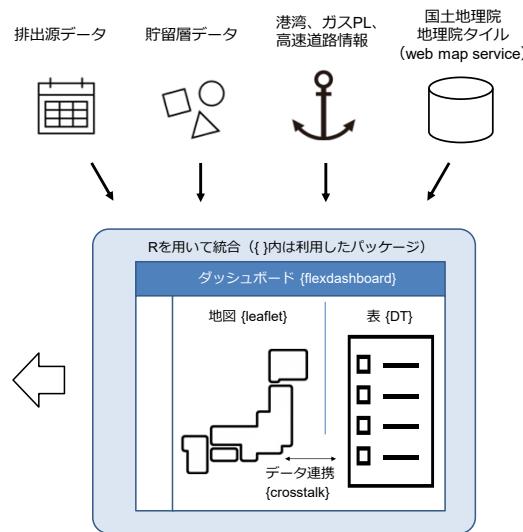
CO₂排出源データベースの開発

CCSの実用化には、CO₂排出源と貯留層の適切なマッチングが不可欠であるため、以下の機能を有するデータベースを作成し、これを支援する。

- ・全国の火力発電所・工場・ごみ処理施設等のCO₂排出量を事業所ごとにデータベース化し、調査済みの貯留ポテンシャルマップ※と統合表示
⇒ 適切なマッチングを視覚的に支援
- ・バイオマス由来のCO₂排出量もデータベース化 ⇒ BECCS潜在量の把握や地域のカーボンニュートラル化を支援
- ・港湾排出源情報、港湾からの距離による排出源スクリーニング、既存ガスパイプラインや高速道路網の表示機能
⇒ ハブ＆クラスター化、内陸型産業連携やCO₂輸送手段等の検討を支援し、コスト削減に寄与

※平成17年度 二酸化炭素地中貯留技術研究開発 成果報告書 (RITE.2006)

機能概要



特徴・活用例

・排出源のデータベース化とマップ表示、抽出機能

温対法公表データのCO₂排出量から間接分（他者から供給される電気・熱）の排出量を除き、事業所ごとの直接排出量を算出。DB化し、マップ上に表示

・バイオマス由来のCO₂排出量の表示

BECCS潜在量の分析を目的として、ごみ処理施設、バイオマス発電所、製紙工場の黒液利用におけるバイオマス由来のCO₂排出量を算出し、表示

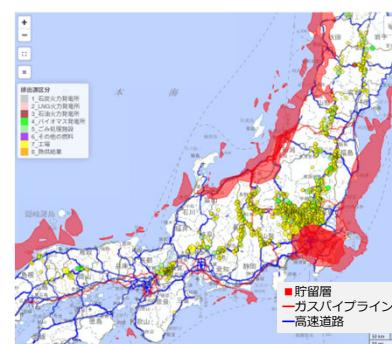


バイオマス由来のCO₂排出源分布

・港湾距離、排出量によるスクリーニング&分析

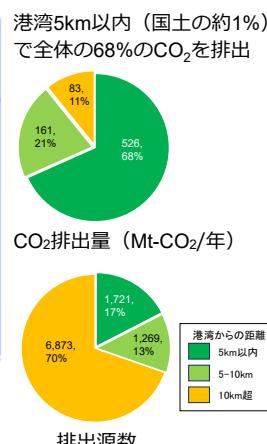
港湾からの距離 (km)、排出量 (Mt-CO₂/年) による排出源のスクリーニングが可能

<距離によるスクリーニング>



港湾から50km以上離れたCO₂排出源分布

<分析例>



試用希望者への提供

試用をご希望の方に本データベースの提供を行っています。

組合ホームページ (<https://www.co2choryu-kumiai.or.jp/>)
新着情報から関連ページにアクセス

案内に従いお申し込みください

4. CO₂排出源データベース試用の申し込み方法

二酸化炭素地中貯留技術研究組合ホームページの問い合わせフォーム (<https://www.co2choryu-kumiai.or.jp/contact/>)
に必要事項をご記載の上、お問合せ内容に
「CO₂排出源データベースの試用を希望します」
と付記の上、送信ください。

CCSコスト試算ツールの開発

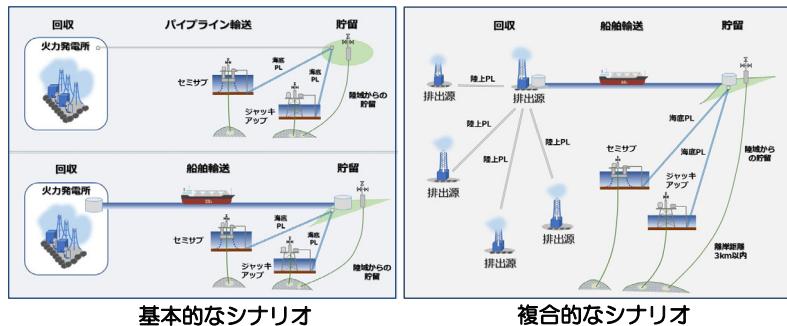
海外の大規模CCS事業では、国からの補助金や税制優遇措置が重要な役割を果たしている。わが国でも、国内CCS事業への支援制度の整備を進めている。また、事業者側もコスト削減の努力は、事業の持続性の観点から重要である。

本ツールは、事業者がCCSを検討する上で、実施可能なオプションから最適解を選ぶ際の判断材料となるほか、得られた概算コストは検討の初期段階において、経営への影響を知る上で有用な資料となる。

概要

ツールによるコスト計算は、回収では火力発電所の他、セメント工場および製鉄所に対応している。また輸送ではパイプライン輸送（陸上、海底）および船舶輸送、貯留では、わが国で想定する海底下貯留を考慮し、陸域からの傾斜井による圧入に加え、ジャッキアップ（着床式）とセミサブ（浮体式）からの方式に対応している。

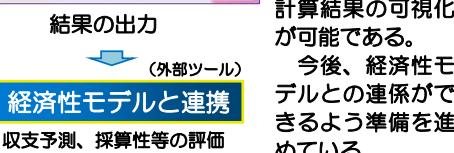
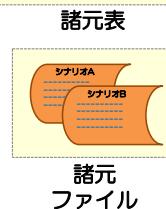
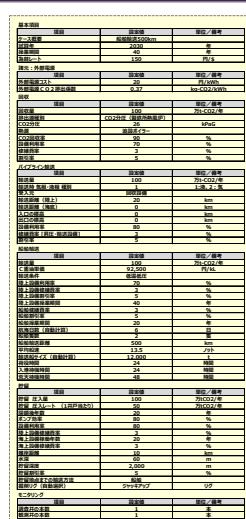
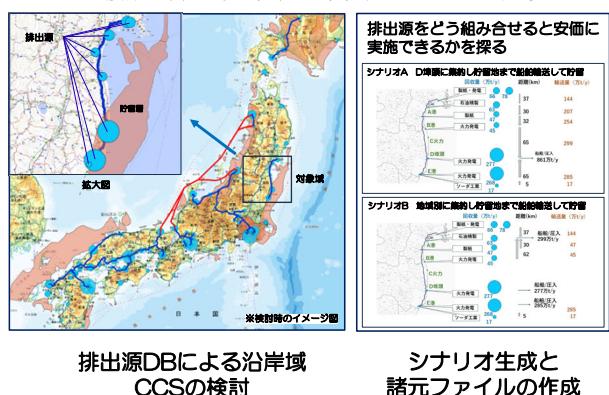
ツールは、1ケースで各工程を1度づつ計算できるため、基本的なシナリオの場合、1ケースの設定で全工程のコストを算出できる。また、複合的なシナリオの場合は、複数ケースに分割して同時に計算させ、結果を統合することで、様々なシナリオに対応できるよう設計されている。



コスト計算の手順



B. 広域で複数の排出源が存在し集約化を行うような場合



検討事例(スケールメリットによるコストの違い)

諸元はCCS事業のコストに影響を与える。ここでは左下図のシナリオを基に、CO₂処理量を50万t/年と250万t/年でコストを比較した結果を示した。解析の結果、CCSの全ての工程でCAPEX、OPEXともスケールメリットの効果が表れ、今回の比較では処理量を5倍にすることで、合計で約40%コストを削減できることがわかった。

