

パワーアカデミーと行く！社会科見学

電気で学ぼうSDGs

取材協力/日本CCS調査株式会社

協力/パワーアカデミー 取材・文/寺西憲二 イラスト/すぎうらあきら、新保基恵



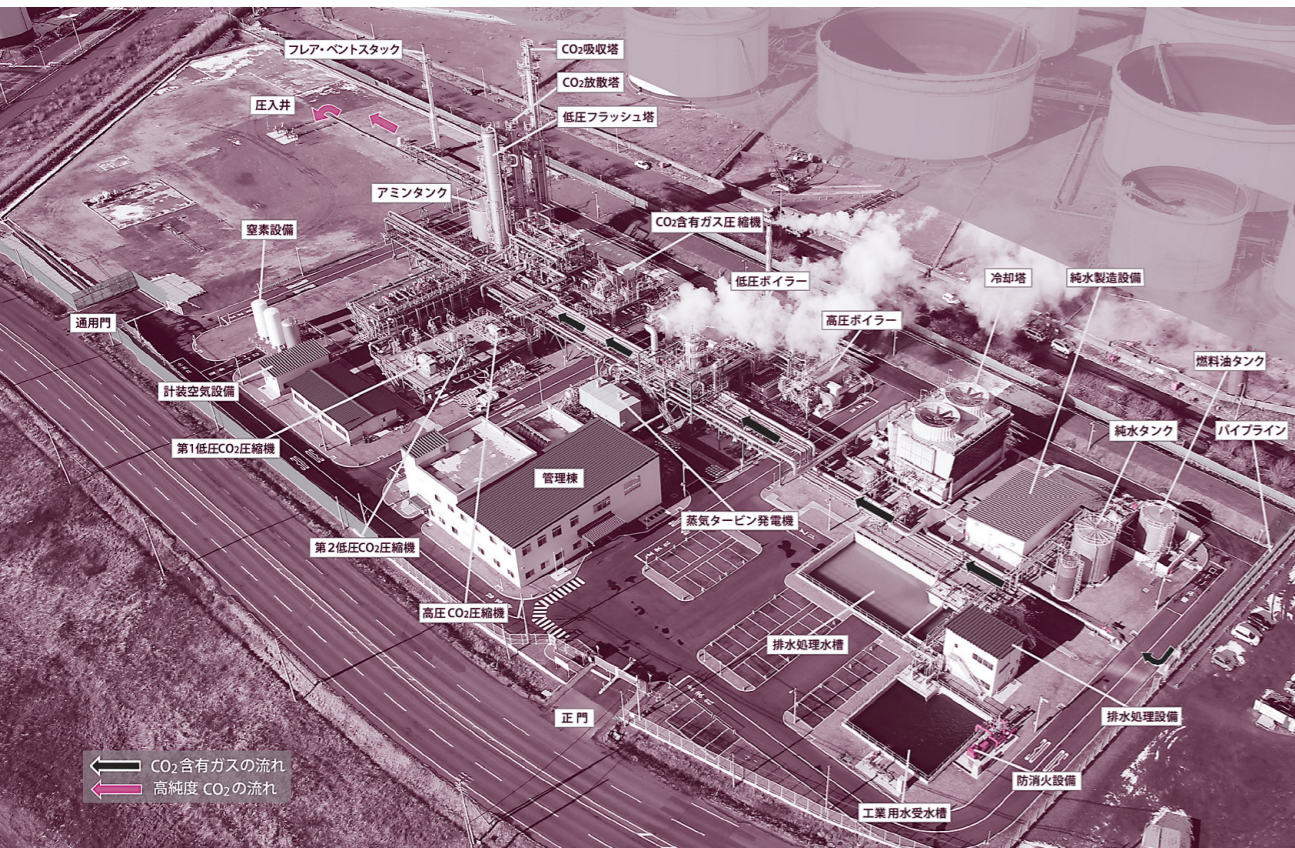
エレキくん

地球温暖化に立ち向かう 苫小牧CCS大規模実証試験

ここでCCSの
実証試験が行われて
いるんだね



今回お話を
伺った日本
CCS調査株
式会社の川
端尚志さん。



← CO₂含有ガスの流れ
→ 高純度CO₂の流れ

北海道の中南部に位置する苫小牧市は、道内屈指の工業都市であると同時に港湾都市でもあるんだ。苫小牧港は、世界で初めて内陸部を人工的に掘ってつくられた港としても有名。そんな苫小牧港の近くで行われているのがCCS大規模実証試験。CCSとは英語の「Carbon dioxide(CO₂)を Capture(回収して)and Storage(貯留する)」の頭文字からなる呼び名。地球温暖化を食い止めるために重要となるCCSって、いったいどんな技術なのかな？

北海道苫小牧市、苫小牧港のすぐ近くにあるCCS大規模実証試験センター。近くにある出光興産の工場からCO₂を含むガスをパイプラインで運び、その中からCO₂を取り出して地中深くに閉じ込める実証試験を行っている。2016年から2019年にかけて、目標となる30万tのCO₂圧入を達成し、現在はモニタリングを続けている。

(写真提供/日本CCS調査株式会社)

CO₂をどうやって減らす!?

海面の上昇や異常気象の原因になると考えられている地球温暖化は、大気に含まれる温室効果ガスが増えすぎることが主な原因です。そして、その温室効果ガスの中で、いちばん多いのがCO₂(二酸化炭素)。ものを燃やしたりすることで発生するCO₂を減らすために、化石燃料を大量に使うことを少しずつあらため、太陽光や風力などの再生可能な自然エネルギーを利用して電気をつくると、省エネを心がけることが身近になっています。そんな中で、温暖化対策への重要な技術とされるもののひとつに「CCS」があります。

CCSとは、火力発電所や工場が発生するCO₂を集めて、地中深くに閉じ込める技術です。すでに海外では、アメリカやカナダ、ノルウェーなどの国々で実用化されていますが、日本で回収から貯留までの一貫した取り組みとして、大規模な実

証試験の準備が始まったのは、2012年のことでした。

この実証試験は、CO₂を実際に地下に閉じ込めるだけではありません。CCSが安全で、地域の人たちが安心して暮らすことのできるシステムであることを確かめ、情報を広く公開して理解を深めることや、2030年からの本格的な実用化をめざして技術力をいっそう高めていくことなど、さまざまな目標がかかげられています。

そして、そのCCSの場所に選ばれたのが、北海道苫小牧市でした。CCSの候補地として全国115か所もあった中から苫小牧市が選ばれたのは、苫小牧が大きな工業都市で、試験に使うCO₂を含むガスを手に入れやすかったり、地元の協力や理解があっただけではなく、たくさんのCO₂を閉じ込めておける、特別な地層のある場所だったからなのです。



たくさんのパイプが縦横に走るCCS実証試験センター。そびえ立つ3本の塔はCO₂を分離・回収する設備。右側の一番高い塔が、アミン溶液を使ってCO₂を取り込むCO₂吸収塔。真ん中の塔が、アミン溶液を加熱することでCO₂を取り出すCO₂放散塔。そして左側の塔が、圧力を下げたりすることでCO₂を取り出す低圧フラッシュ塔だ。(写真提供/日本CCS調査株式会社)

圧力をかけてCO₂を地下に送り込む「圧入井」という2本の井戸の地上部分にあるバルブ(写真は萌別層圧入井)。井戸は途中で曲がっていて、先端があるのは海底の下1000~1200mの萌別層と、2400~3000mの滝ノ上層という地層で、どちらも貯留層として利用されている。

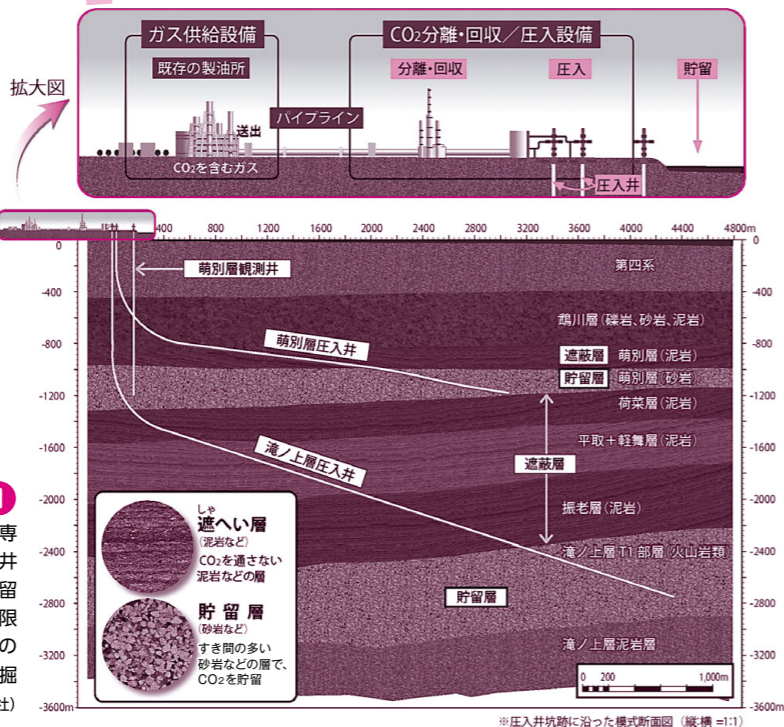
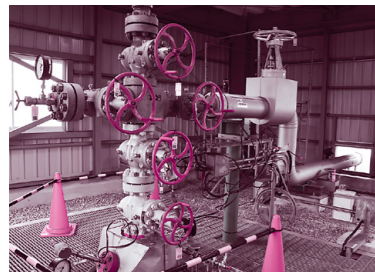


図1

取り出したCO₂は、試験センターに掘られた専用の井戸(圧入井)に送り込まれる。しかし、井戸がつくられるのは、CO₂が入り込みやすい貯留層と、ふたの役目をする遮へい層がある場所に限られる。苫小牧では、深さ1000mと2400mの2本の井戸が、途中から海の方へ曲がるように掘られた。(画像提供/日本CCS調査株式会社)

苫小牧の特別な地層とは?

CCSは、CO₂を地下深くに閉じ込めておく技術ですが、どこでも可能というわけではありません。まず、たくさんのCO₂を貯めることのできる「貯留層」が必要です。貯留層にふさわしいのは、すき間の多い砂岩などからなる地層。そこに圧力をかけて送り込むことで、CO₂はすき間を通過して岩の間にしみ込んでいきます。しかし、すき間だらけの地層だけでは、やがてCO₂が外へもれる恐れがあります。そのために、貯留層の上にはCO₂を通さない、ふたになる地層も必要です。それが「遮へい層」と呼ばれる地層で、泥岩などからできているものです。また、近くに地震を起こすおそれのある活断層がないことも重要です。

海の上から海底に向かって圧縮空気を放出し、その振動の反射を観測することによって地層を調べました。その他にもさまざまな実地調査を経て、苫小牧がCCS実証試験を行う条件に合う場所だということがわかったのです。

苫小牧の試験センターにつくられた2本の井戸は、途中から海の方へ向かって曲げて掘られています(図1)。その先端があるのは海底の下、1000

~1200mと2400~3000mの深さにある貯留層で、そのすき間は塩水(地層ができた時の古代の海水)で満たされていました。そこに圧入されたCO₂は、その塩水を押しのけるようにして広がっていきますが、長い年月の間に少しずつ塩水に溶解、さらに1000年から1万年の後は、周りの岩石と反応して石灰岩などの鉱物に変化し、CO₂を安定的に閉じ込めることができるようになるだろうと考えられています。

CO₂分離・回収概念図(化学吸収法)

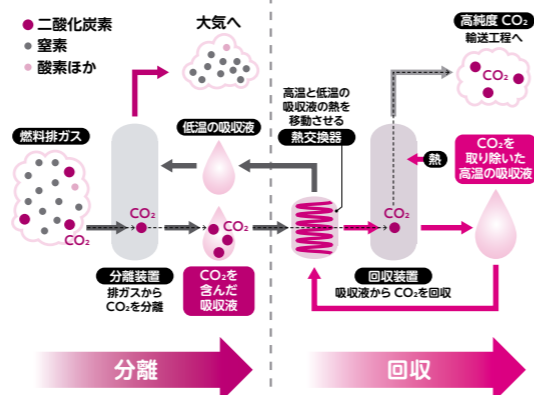
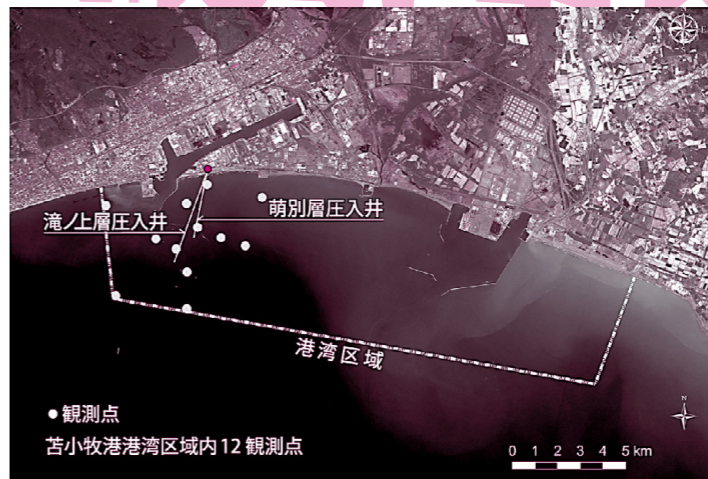


図2

火力発電所や工場などで大気中に排出されるガスからCO₂を分離した上で、高純度のCO₂とし回収する。そのときに使われる方法として、アミン溶液を利用した化学反応でCO₂を分離して回収する「化学吸収法」がある。



出典: [LC81070302016141LGN00, courtesy of the U.S. Geological Survey]を加工

苫小牧市の港湾区域を空から見たところ。苫小牧港の近くにあるCCS実証試験センターから、海の方へ向かって掘られた2本の井戸などが示されている。白い丸印は観測点で、センサーや地震計の設置をはじめ、水質や海底の様子、海の生き物たちなど、海洋環境についても詳しい調査が行われている。(写真提供/日本CCS調査株式会社)

CO₂を閉じ込めてからも見守り続ける

CCSの実証試験は、近くにある出光興産の製油所から送られる、CO₂をたくさん含んだガスを使って行われました。試験は、このガスが大気中に出る前に、専用のパイプを使って1.4km離れた設備まで運ぶところから始まります。

まずは、ガスの中からCO₂を分離・回収します。これにはいくつかの方法がありますが、苫小牧では、アンモニアに近いアミンという薬品の溶液を利用する化学吸収法が用いられました(図2)。CO₂はアミン溶液にとってもよく溶ける性質があり、CO₂をたくさん含んだアミン溶液を加熱することで、CO₂だけを取り出すことができます。今回の実証試験では、工場から出るガスから2段階に分けて吸収させることで、濃度99%以上のCO₂を効率よく取り出すことができました。

取り出したCO₂は、そのままでは気体ですが、圧力をかけることで体積を300分の1にまで縮め、気体と液体の両方の性質を持つ「超臨界」とい

う状態にしてから地下に送り込みました。地下1000mの所では、高い圧力と温度がかかるので、CO₂は超臨界の状態を保ったまま貯留層にしみこんでいきます。

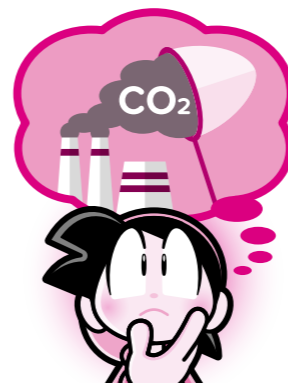
今回の実証試験は、2016年から2019年にかけて、予定通り30万tのCO₂を地下に閉じ込めることに成功しました。しかし、その後の地下のCO₂の状態や、環境に及ぼす変化などについて調べる必要があり、それが現在も続けられています。今のところ異常は報告されていませんが、よく心配されるのが地震が起こったときの影響です。それについては、井戸を試験センターの周辺3か所に掘って機器を設置し、各種のセンサーなどを使って地層の様子を常に見守り続けています。



エレキくんのSDGsポイント

地球の未来にとって必要な技術だっというCCSのことをもっと知りたいな。

日本ではまだ実証試験の段階だけど、読者のみんなが大人になるころには、世界はもちろん、日本全国のおちこちで、実用化されたCCSが活躍するようになっていくんじゃないかな!



CO₂だけを集めて貯蔵する技術をもっと活用できるようにしたいね。

パワーアカデミーのWEBサイトで電気工学を学ぼう!

電気工学のことをわかりやすく解説しているコーナーをはじめ、電気の現場で働く人や研究者のインタビューも充実! ぜひチェックしてみてね。



パワーアカデミー 検索