

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/住友電気工業株式会社

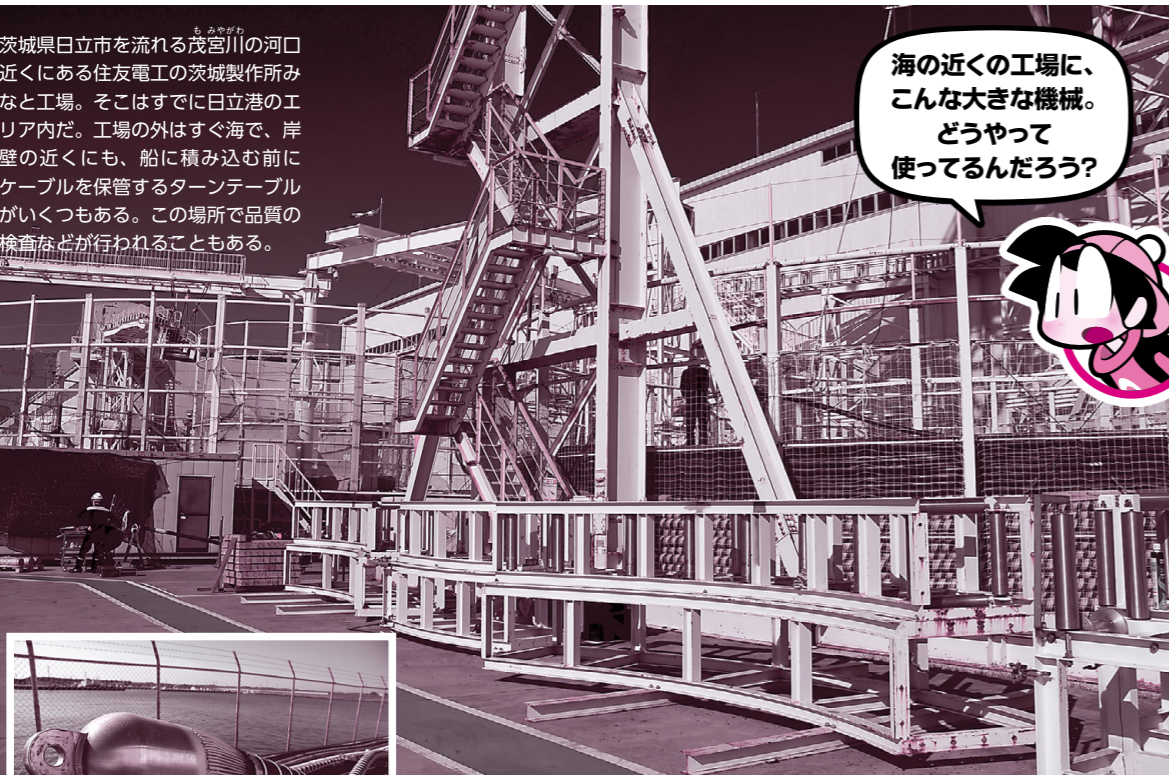
協力/パワーアカデミー 取材・文/寺西憲二 イラスト/すぎうらあきら



エレキくん

超高電圧で たくさんの電気を送る 直流XLPEケーブル

茨城県日立市を流れる茂宮川の河口近くにある住友電工の茨城製作所みなと工場。そこはすでに日立港のエリア内だ。工場の外はすぐ海で、岸壁の近くにも、船に積み込む前にケーブルを保管するターンテーブルがいくつもある。この場所で品質の検査などが行われることもある。



海の近くの工場に、こんな大きな機械。どうやって使ってるんだろう？



実証試験に使われた海底ケーブルのサンプル。試験のために定められた長さのケーブルを使い、先端には特別な金具が取り付けられている。

空気中のCO₂をこれ以上増やさないようにするためには、利用する再生可能エネルギーの割合を今よりもっと多くしていかなければならない。そのために、太陽光発電とともに期待されているのが風力発電だ。しかし、気象条件や環境への影響を考えると、風力発電に適しているとされるのは、人里離れた場所や海の上。反対に、電気をたくさん使うのは人口の多い都市部。特に、これからたくさんつくられるであろう洋上風力発電では、海をへだてた遠い所までたくさんの電気を無駄なく運ぶことが多くなる。そんなときに活躍が期待されるのが住友電気工業（以下住友電工）と電源開発株式会社が共同で開発した、直流XLPEケーブルだ。



今回お話を伺った住友電気工業株式会社 電力プロジェクト事業部の鈴木公三さん（左）と、茨城製作所みなと工場工場長の前嶋法彦さん（右）。工場の内部も詳しく案内してくれた。

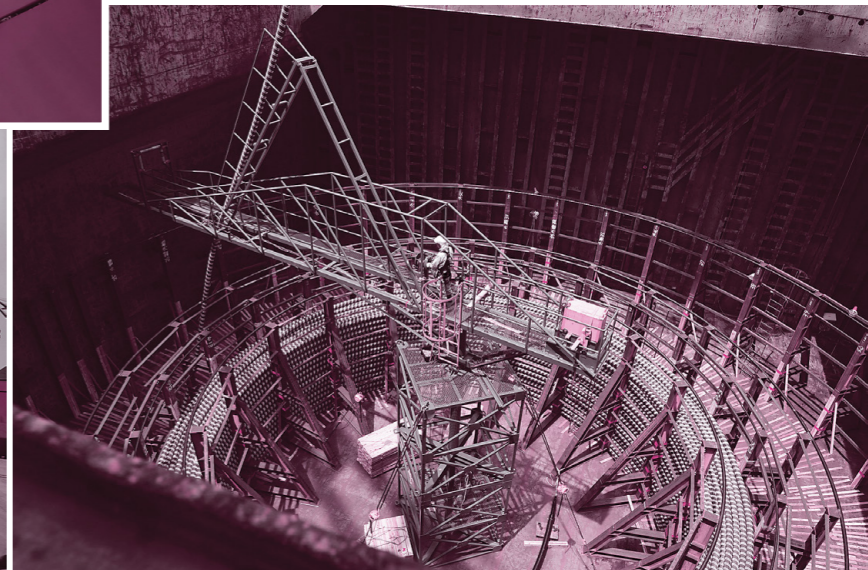
ケーブルと電線

今回見学したのは、茨城県日立市にある住友電工茨城製作所みなと工場です。ここでつくられているものは海底ケーブル。海底ケーブルには光ファイバーを利用した通信用のものもありますが、今回注目したのは電気を送る送電用の海底ケーブル。普通、発電所でつくられた電気は、鉄塔に架けられた送電線を通して変電所へ運ばれ、さらにいくつかの変電所や陸上ケーブルを経由して各家庭に届けられます。しかし、途中で鉄塔を立てる場所のない離島などへは、電気を送るために、海底ケーブルが利用されています。

ケーブルと電線、この2つに明確な区別はありません。ケーブルにも電線にも、電話などの通信に使われるものと、電気を送るものなどがあります。電気用は送電線と呼ばれ、その中でも送電ケーブルは電気を通す導線が絶縁体で覆われ、その絶縁体の外側をさらに「シース」という外装が覆っているのが特徴です。さらに、海底ケーブルは水の中に沈めて使われるので、そのつくりはとてども厳重です。家庭に近いところの電線も絶縁体で覆われていますが、ケーブルほど厳重ではありません。



工場で作られたケーブルは、そのまま専用船に積み込まれて工事現場となる海に運ばれる。1本のケーブルが数十kmを超える長さになることも珍しくないため、トラックなどで運ぶことができない。そのため設備が工場にも船にも備わっている。専用のラインを使って、工場から少しずつケーブルを送り出し、クレーンを使って船内のターンテーブルに巻き取っていく。（写真提供/住友電気工業株式会社）



ません。さらに、鉄塔に張ってある高圧線は人の手の届かないところであって、軽さや耐久性などが優先されるため、絶縁体で覆われていません。電線の近くで風あげをしてはいけないのは、感電の危険があるからです。

新しい絶縁体

ヨーロッパなどでは、国や地域を越えて電気を融通し合う取り組みが盛んになっています。日本でも、2011年に起きた東日本大震災をきっかけに、地震や台風などの災害で停電してしまった場所に速やかに電気を送れるよう、各地の電力会社が、よりつながりを強めるようになりました。国内では、場所が離れた沖縄電力以外の各社は連携しており、本州と四国や九州、北海道の間では電気のやり取りが行われています。北海道と本州の間では、青函トンネルの中にケーブルが布設されている他、海底ケーブルによっても結ばれています。北海道と本州の間の海底ケーブルが、最初に電気を送るようになったのは1979年のこと。しかし、そのときのケーブルの絶縁体には油が使われ

ていました。このケーブルは今でも使われていますが、もしも事故が起きた場合、その油が外にもれ出して海を汚してしまうおそれがあります。その後で、北海道と本州の間の新しい海底ケーブルの布設が計画されたときには、そこで使うための環境にやさしい安全な絶縁体の開発が求められていました。そこで注目されたのが「架橋ポリエチレン(XLPE)」という特殊なプラスチックを絶縁体として使うことでした。

架橋ポリエチレンの工夫

ポリエチレンが初めてできたのは19世紀の終わりごろ。今ではレジ袋や食品容器などにも使われている、身近なプラスチックの一種です。架橋ポリエチレンは、特殊な処理をして、ポリエチレンの分子のつながりを立体的な網目状の構造になるように結合させたものです。肉眼で見えることはできませんが、分子同士に橋を架けたようなつながりになることから「架橋」反応と呼びます。この反応によって、ポリエチレンを熱に強くすることができます。その結果、標準とされる70℃よりも20℃高い90℃でも、普通に使えることが確かめられ、短時間であれば200℃のところにも置いて溶け出すことはありません。

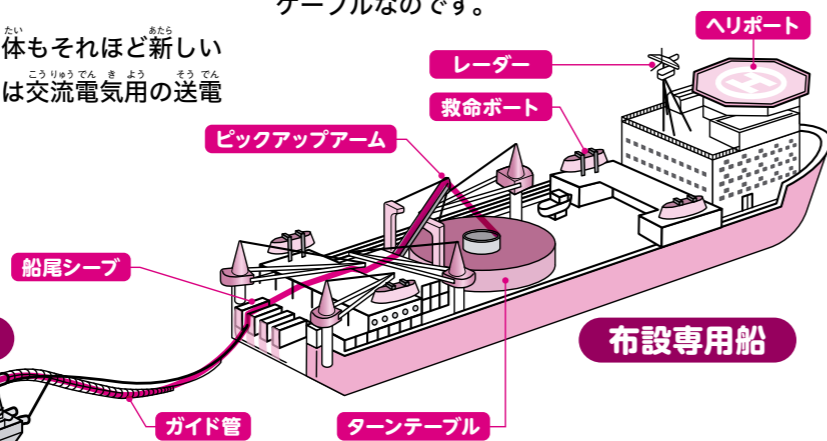
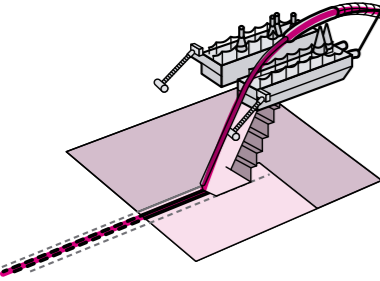
実は、架橋ポリエチレン自体もそれほど新しい素材ではなく、1960年代には交流電気用の送電

ケーブルに絶縁体として使われていました。ところが、そのケーブルに直流電気を流すと「空間電荷」という、絶縁体が電気の性質を帯びてしまう現象が起き、それにより、性能が低下し、絶縁体としての役目を果たせなくなってしまうおそれがあったのです。それを解決したのは、絶縁体材料である架橋ポリエチレンに特殊な充填剤を混ぜるといった新しい方法でした。そして、2012年に運転を始めた、北海道と本州を結ぶ新しい海底ケーブルこそが、電源開発(当時)と住友電工が共同で開発した世界初の直流XLPEケーブルだったのです。

電気には直流と交流がありますが、電圧を簡単に変えることができるなどの利点があるため、火力発電所などから送られてくるのは交流電気です。しかし、たくさんの電気を遠くまで無駄なく運ぶためには、交流より直流の方が有利なことがわかっています。そのため、必要な場合には、半導体を使った大規模な装置で交流と直流の電気をつくり換えることがあります。例えば、海を隔てて長距離を運ぶ場合、発電所から送られてきた交流電気を直流に換えてから海底ケーブルへ送り出し、対岸に着いたら、また交流に変換し直す、というようなことが行われています。そのようなときに海底の直流区間で活躍するのが直流XLPEケーブルなのです。

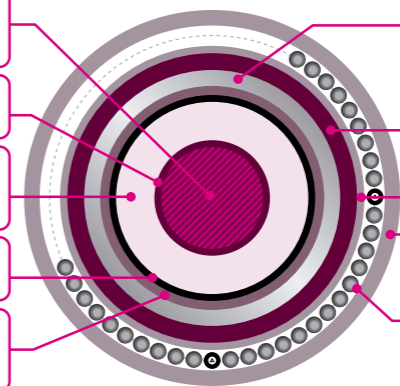
海底ケーブルを布設するしくみ

高速布設同時埋設機



工場で作られた海底ケーブルは、専用の布設船にあるターンテーブルという大きな巻き取り装置に直接積み込む。布設船にもいろいろな種類があるが、イラストはかなり大型な部類で、全長が130mほどで総トン数が1万tクラスの例。ケーブルは、滑車がついた船尾シーブというところから海底に沈めていく。その際に高速布設同時埋設機を使うと、効率的で正確な作業ができるようになる。船が埋設機を引っ張りながらケーブルを繰り出し、布設すると同時に海底に埋め込むことで、工事中の外漏の可能性を低く抑えることができる。また、布設船の位置はGPSを利用して自動制御し、埋設機の位置は音波を使って測量することで、正確な位置に布設することができるのも特徴だ。

525kV 直流XLPEケーブル



導体

電気を伝える導体。銅でできていて、中心になる太い銅線の周りに50本ほどの銅線をより合わせてつくられている。

導体スクリーン

導体と絶縁体をへだてる層

絶縁体

架橋ポリエチレンでできている。導体を保護し、電気が外にもれないようにする。

絶縁体スクリーン

絶縁体と外側の部分をへだてる層

走水防止層

万一、ケーブル内に水が入った場合、奥にしみ込むのを防ぐ。

シース

鉛合金でつくられた遠いのための外装。水が入るのを防ぎ、アースの役目も果たす。

防食層

ポリエチレンでできた層。さびるのを防ぎ、耐久性を高める。

ポリプロピレンの糸

内部を守るための保護材

鉄線

ケーブルを防護するために巻かれた、亜鉛メッキをした鉄線の束。ところどころに、情報伝達のグラスファイバーのケーブルも混ざっている。

実際には、これらの外側に鉄線の束とポリプロピレンのひもが、それぞれすきまなく巻かれている。下の写真が実物だ。

進化する直流XLPEケーブル

住友電工の海底ケーブルは、それぞれのプロジェクトに合わせてつくられます。その長さは数十kmを超えるものもあり、そうすると重さは数千tクラス。ですから、つくったものをトラックなどで運ぶことができないため、工場を海辺につくり、完成した海底ケーブルは、そのまま専用の船に積み込んで現場に運びます。

2012年にできた北海道と本州をつなぐ海底ケーブルは、直流XLPEケーブルとしては電圧が当時世界最高の250kVで、送電できる量は30万kWでした。住友電工はその後、2019年にはイギリスとベルギーを結ぶ国際連携プロジェクトに参加することになり、そのときに開発したのが、現在使われているものの中で世界最高電圧を誇る400kV直流XLPEケーブルです。このケーブルを使って、海底部分およそ130kmを含む、全長141.5kmの距離を結びました。さらに、2021年にはそれを越える525kVという超高電圧の直流XLPEケーブルを開発し、1年間の長期実証試

験を経て、その性能が広く世界に認められています。このXLPEケーブルの最大送電容量は2GW(2ギガワット=200万kW)を超えるとのこと



525kV 直流XLPEケーブルの内部のつくりがわかるようにしたカットモデル。全体の直径は約18cm。重さは1mにつき約70kgもあるよ。

エレキくんのSDGsポイント



風力などの再生可能エネルギーで電気をつくるときの一歩の課題は、発電量の予測がつきにくいこと。だけど、電気が足りないときにその場所から送ってもらったり、作りすぎたときに足りなくて困っている場所へ送り届けることがすぐにできればいいよね。環境にもやさしい直流XLPEケーブルは、そんな社会をつくるために役立つんじゃないかな!



遠くの場所とスムーズに電気のやり取りができるようになるといいね!

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