

海を越えて  
効率よく電気を  
送り合うことは  
できないの？



取材協力/北海道電力株式会社  
協力/パワーアカデミー 取材・文/寺西憲二 写真/飯島 裕  
イラスト/すぎうらあきら、新保基恵

# 新たな電力のかけ橋が誕生

日本では10の電力会社が、それぞれの地域で電力を供給しています。北海道は北海道電力のエリアですが、青森県は東北電力のエリアです。電力会社は違って、送電線はつながっています。このように、違う電力会社が担当する地域同士を結ぶ設備を「連系設備」といいます。その主な目的は、電力会社同士が助け合って電気を送り合い、いつでも安定した電気を地域の家庭や工場などに送り届けることです。

北海道と本州の間では、これまでも電気のやり取りは行われていて、その容量は60万kWでした。これは、北海道で使われる電気の約6分の1ものたくさんの量です。しかし、設備点検などを行うときには、使用できるのは半分の30万kWでした。そんなとき北海道内の発電所などで大きなトラブルが発生したら、北海道内で電気が足りなくなってしまうかもしれません。そこで、新しく30万kWの新北本連系設備をつくり、より安定して電気をやり取りできるようにしたのです。

新北本連系設備には、交流と直流を変換する2つの交直変換所があります。その1つの北斗変換所があるのは北海道の北斗市。津軽海峡を越えた青森県の今別町には今別変換所があります。交直変換所は、北海道と本州をつなぐ“電気の入り口”です。交流と直流を変換し、北海道でつくった電気を本州へ送り出したり、本州でつくった電気を北海道へ送り込んだりしています。

新北本連系設備では、津軽海峡をはさんだ2つの変換所の間を直流の電気で送る「直流連系」を採用しています。発電所でつくる電気や家庭のコンセントから流れる電気は交流です。交流は簡単に電圧を変えられるメリットがありますが、長距離を送るときは電気のロスが多くなる性質があります。一方、直流は長距離送電時の電力ロスが交流に比べて少ない特長があります。また、直流用の鉄塔は電線の本数が少なく、コンパクトにできるので、設置や整備がしやすい長所があります。さらに、北海道と本州の交流のネットワークの間を直流のシステムにすることで、どちらかの地域でトラブルが起きたときも、連動した送電トラブルを避けることができるのです。

# 新北海道本州間連系設備でお話を聞いたぞ



北海道と本州をつなぐ新たな送電設備「新北海道本州間連系設備（新北本連系設備）」が2019年3月に運転スタート。地域を越えて、より安定して電力をやりとりできるようになったんだ。災害時にも活躍したり、北海道でつくる再生可能エネルギーの活用も広がったりすることが期待されているよ。交流の電気をいったん直流にして送電する「直流連系」を採用した最新設備をレポートするぞ！

今回設備を案内してくれた北海道電力のみなさん。左から、野々村さん、紅粉さん、内海さん、宮田さん。普段は設備の運用や点検などを担当している。



最新の半導体とコンデンサーを組み合わせた交直変換器。モジュールマルチレベル変換器(MMC)という最新の機器を採用している。高さは8.5mで大迫力。この設備で交流の電気を直流にしたり、直流の電気を交流にしたりする。数多くの「セル」というユニットをつなげることで、高い電圧を生み出すことができる。動かすのに外部交流電源が不要な「自励式変換器」という、最新の方式を採用している(直流送電では国内初)。

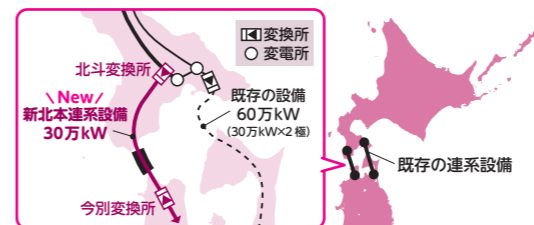
交直変換器が  
ずらり！



これで  
交流と直流を  
変換するんだ！

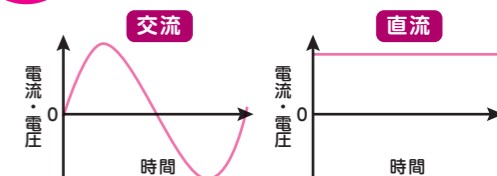


## 地域をつなぐ送電ネットワーク



北海道、本州、四国、九州を結ぶ連系設備と周波数変換所。各地域が協力しあうことで、安定した電力連系を実現している。

## Point 交流と直流って何が違う？



家庭のコンセントなどに流れている電気は交流。一定の周期があり、時間とともに電圧と電流のプラス・マイナスの向きが入れかわります。1秒間に入れかわる回数のことを周波数といい、Hzで表します。日本の家庭などで使われる電気の周波数は、北海道から中部地方くらいまでが50Hz、そこから西の地方が60Hzと、2種類が使われています。

一方、直流は、電圧の大きさと電流が流れる向きが一定で変わりません。身近なところでは乾電池から流れる電気が直流です。

### 交流の特徴

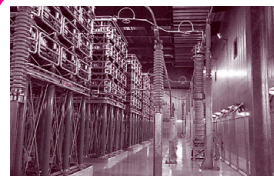
- 変圧器を使って簡単に電圧を変えられる
- トラブル時に電気を止めやすい
- △ 長距離送電時の電力ロスが直流に比べて多い

### 直流の特徴

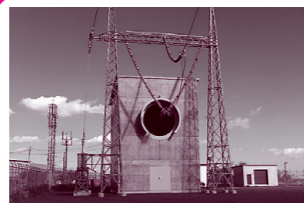
- △ 電圧を変えることが難しい
- 交流に比べて送電線や鉄塔がシンプル
- 長距離送電時の電力ロスが交流に比べて少ない

## 新北本連系設備はこうなっている!

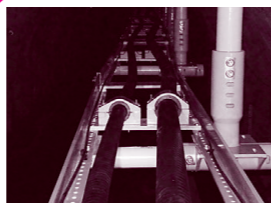
北斗変換所と今別変換所の間は、全長122kmの直流送電線で結ばれている。地上では鉄塔の上につけられた「架空送電線」で電気が運ばれる。津軽海峡を越えるときは、青函トンネルの作業坑を通る「直流ケーブル」で電気が運ばれる。



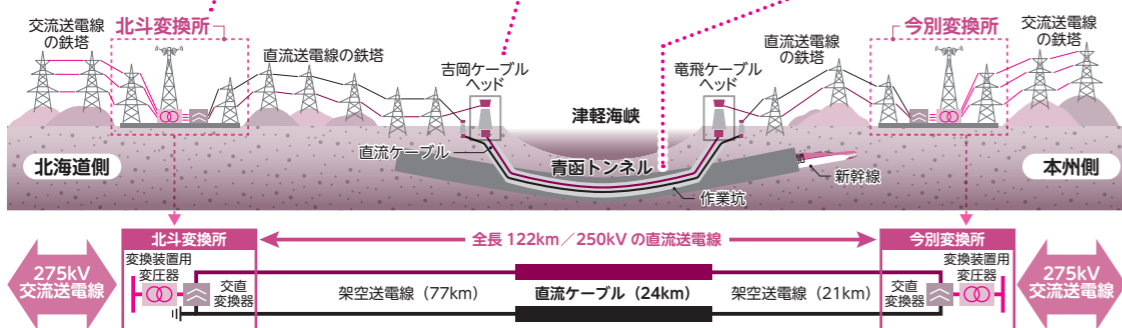
北斗変換所に設置された交直変換器。本州側の今別変換所にも、同じように交直変換器が並んでいる。



ケーブルヘッドは、空中で鉄塔を伝わる架空送電線と、地下のトンネルを通る直流ケーブルをつなぐ設備。海の近くにあるので、塩分を含んだ海風に当たらないようにするため、コンクリート製の建物の中でケーブルをつないでいる。



青函トンネルを点検・整備する作業坑の中を通る直流ケーブル。ケーブルは、電気が流れる導体の外側を架橋ポリエチレンという絶縁材料などで厚く覆ってある。



## 再生可能エネルギー導入の追い風に

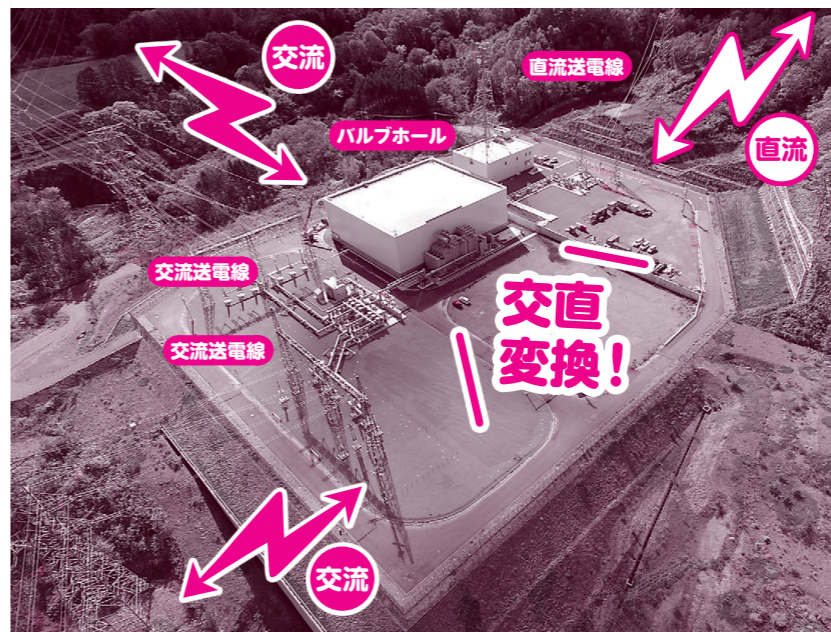
電気はどのようにして海を越えてやり取りされるのでしょうか。北海道から本州に電気を送る場合を考えてみましょう。北海道でつくられた電気は、送電線を通して北斗変換所まで送られます。ここではまだ交流です。変換所の中で交流を直流につくりかえるのが、半導体とコンデンサーを組み合わせたモジュラーマルチレベル変換器(MMC)という最新の装置です。MMCはセルと呼ばれるユニットを直列にたくさんつないだもの。この変換所で最も重要な設備です。この装置は交流を直流にするだけでなく、直流を交流に変換することもできます。

MMCによって直流に変換された電気は、架空送電線で吉岡ケーブルヘッドへ送られます。ここからは、地下を通る直流ケーブルで電気が運ばれていきます。海を渡る送電ケーブルは海底に引くのが一般的ですが、この直流ケーブルは、北海道新幹線などが走る青函トンネルの作業坑を通っています。鉄道

のメンテナンス用トンネルの中なので、ケーブルの点検や故障したときの作業をスムーズにできるのが特長です。

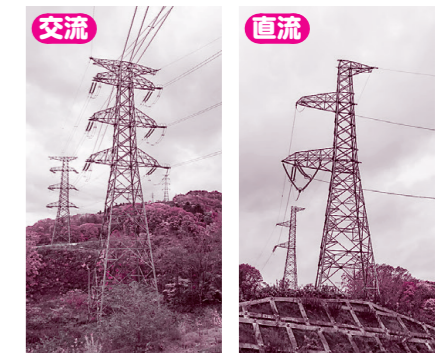
青函トンネルを抜けた電気は、電飛ケーブルヘッドを経由して、ここからは再び架空送電線で津軽半島にある今別変換所へ。ここは、北斗変換所と同じ交直変換機能を持った施設です。北海道から届いた電気はMMCで直流から交流に変換され、本州側へと送られていきます。

このように連系することで、地域間で電気のバランスをとることができます。電気は、使う量とつくる量のバランスが重要です。そのバランスが崩れると、電気の周波数や電圧が変わってしまい、最悪の場合には停電する可能性もあります。地域間で連系していれば、工事や事故などによって急に電気が足りなくなったときは、他の地域から送ってもらい、反対に電気が余ったときは他の地域へ送り出すことができます。



空から見た北斗変換所。写真中央のバルブホールと呼ばれる建物の中に交直変換器が設置されている。ここで交流と直流が変換されて、各地域へ送り届けられる。新北本連系設備の心臓部ともいえる施設だ。

左側は私たちがよく目にする交流電気の鉄塔で、右側が直流電気の鉄塔。直流電気の鉄塔は出っ張りが少なくコンパクトにできていて、電線の数も少ない。



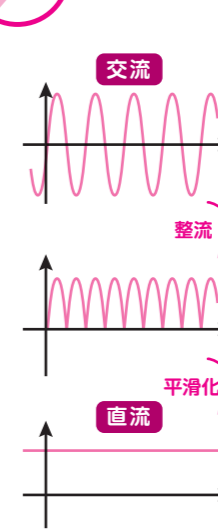
さらに、新北本連系設備によって、太陽光や風力などで発電した再生可能エネルギーをもっとたくさん利用できるようになると期待されています。2018年度に北海道エリアで利用された電気の約30%は、再生可能エネルギーによるものでした。これは、国が2030年度の目標とする22~24%をすでに上回っていますが、その割合はもっと大きくなっていくことでしょう。しかし、再生可能エネルギーの大きな課題のひとつに、発電量が安定しないことがあります。気象条件、つまり日射しや風の強さによって発電量が大きく変わってしまうのです。このバランスをとるために、つくりすぎたときは電気を他の地域へ送ることができる連系設備が役に立つのです。

安定した電力のネットワークをつくりあげた新北本連系設備。北海道でつくられたエコな電気を送り届ける役割も担う、新たな地域のかげ橋なのです。



新しいかけ橋ができて  
もっと安心して  
電気を使えるし  
エコにもつながるんだね

## Point 交流・直流の変換の基本



交流の電気を直流に変換するためにまず使われるのが、電気を一方向にだけ流す性質のあるダイオードなどの半導体です。半導体を回路に組み込むことで、交流電気を山が連続したような形につくりかえて「整流」します。しかし、これではまだ直流とはいえません。そこで使われるのがコンデンサーです。コンデンサーは電気を貯めたり流したりすることができ、でこぼこの電気を平らにならして「平滑化」します。こうした工程を経て、交流が直流へと変換されます。

反対に、直流を交流にするためには、半導体を使って瞬間的に電気を流したり止めたりすることをくり返して電気の振動を生み出し、交流をつくりだします。

## パワーアカデミーのWEBサイトで電気工学を学ぼう!

身近な話題やニュースを取り上げて、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ください。



パワーアカデミー 検索