

# エネルギー、 学びの場

エネルギー施設訪問④

## 北海道と本州間の 安定した電力連系を担う 「新北海道本州間連系設備」

日本は北海道、本州、四国、九州と大きく4つの地域に分かれる島国です。各地域間の電力系統は、連系線という送電線でつながっています。2019年3月、北海道—本州間の連系をより安定的にするため、北海道電力株式会社「新北海道本州間連系設備」が運用を開始しました。今回、宮城教育大学教育学部の学生さんが、同設備の「北斗変換所」と「吉岡ケーブルヘッド」を訪問し、連系線増強の経緯や連系設備の役割、設備の特徴などについて取材しました。電力の安定供給に向けた取り組みを紹介します。



北斗変換所から本州に向けて伸びる北斗今別直流幹線。

### —北斗変換所 自動式を採用した交直変換所

沖縄県を除く全国9つの電力会社の送電系統は「連系線」といわれる送電線で結ばれています。2011年の東日本大震災を機に、各電力会社間の電力融通が注目を集め、連系設備の増強が進められています。

これまで北海道—本州間は、北海道七飯町と、青森県東北町に設置した変換所を架空送電線と海底ケーブルで結び、「北海道・本州間電力連系設備」(以下、本連系設備)(電源開発株式会社)が、1979年から運用されています。60万kWまで電力融通が可能でした。2019年3月、これに加えてか

### 新北海道本州間連系設備

事業者 / 北海道電力株式会社  
所在地 / 北海道側：  
北斗変換所(北海道北斗市)  
吉岡ケーブルヘッド(北海道松前郡福島町)  
本州側：  
今別変換所(青森県東津軽郡今別町)  
竜飛ケーブルヘッド(青森県東津軽郡外ヶ浜町)  
連系区間 / 北斗変換所～今別変換所  
交直変換所 / 変換器種類 自動式変換器  
定格出力 30万kW  
無効電力 ±10万kvar(定格出力時)  
交流電圧 275kV  
直流電圧 +250kV  
直流電流 1200A  
直流送電設備 / 250kV 北斗今別直流幹線(全長122km)

ねてより北海道電力が建設を進めていた「新北海道本州間連系設備」(以下、新北本連系設備)が完成し、30万kWが増強され、連系容量は合計90万kWとなりました。新北本連系設備は、北海道北斗市と青森県今別町に、交流と直流を変換する交直変換所を設置し、その間を総延長122kmの直流送電線「北斗今別直流幹線」により、青函

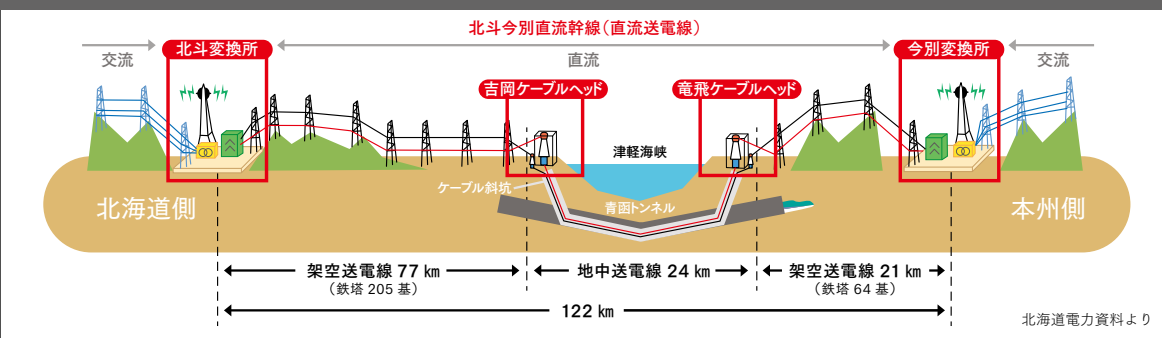
トンネルの作業坑を利用して北海道と本州を結んでいます。

今回、宮城教育大学の佐々木真奈さんが、北海道側設備を訪問。まず最初に北斗変換所を訪れ、函館支店電力部変電グループ副長の野々村和彦さんと、紅粉遥さんにご案内いただきました。佐々木さん 新北本連系設備が建設されたのは、ど

### 北海道本州間連系設備のルート



### 位置図



北斗変換所から吉岡ケーブルヘッドまでの送電線の長さは77kmで、その間に205基の鉄塔があります。吉岡ケーブルヘッドから架空送電線が直流ケーブルになって、24kmの青函トンネルの作業坑を通り、本州側の竜飛ケーブルヘッドで同じように架空送電線と接続します。竜飛ケーブルヘッドから今別変換所までの送電線の長さは21kmで鉄塔は64基あります。



### 今回取材した人

宮城教育大学教育学部3年  
ささきまな  
佐々木 真奈さん



北海道電力  
新北海道本州間連系設備  
(北斗変換所・吉岡ケーブルヘッド)

今回の訪問先



制御室の監視制御システム。通常は函館支店の系統制御所で24時間遠隔で監視制御されている。「北海道から本州へ電気を流す場合は“南流”、その逆は“北流”と呼ばれます。矢印の向きで分かるんですよ」と説明を受ける佐々木さん。

のような経緯からでしょうか。

**紅粉さん** 北海道の電力系統規模は約360万kWで、東日本の4200万kWや、西日本の5500万kWに比べると非常に小規模です。もし北海道内の複数の発電所で故障などのトラブルが発生した場合、

量である60万kWで電力を融通していました。

**佐々木さん** 2018年9月に、北海道の全域が停電する事態が発生しました。「ブラックアウト」と呼ばれていましたが、どのような現象なのでしょう。その時、北本連系設備はどのような働きをしたのでしょうか。

**紅粉さん** 胆振東部地震の影響により、苫東厚真火力発電所の発電機2台が停止し、さらに送電線での事故も発生して水力発電所が停止しました。そのため、電力の需給バランスが乱れ周波数が大きく低下しました。地震発生直後は本州から北本連系設備を通じて電力をもらい、一時的に周波

電力不足や電圧・周波数が不安定となるおそれがありました。

北本連系設備は、30万kWの設備が2系統あつて、容量の合計は60万kWです。しかし、設備点検・改修などで1系統だけ運用する状態になると、残り30万kWのみとなります。今回、新北本連系設備を建設して30万kW増強したことで、同様な状況でも60万kWを確保できるようになり、北海道の電圧・周波数をより安定的に維持できるようになりました。

**佐々木さん** 新北本連系設備は、通常どのような運用をしているのですか。

**紅粉さん** 「日本卸電力取引所」による卸電力取引市場の電力融通のほか、北海道および東日本の周波数調整にも活用されて

数は回復しましたが、その後、さらに発電所が停止して、最終的に離島を除く北海道全域が停電することになりました。

**佐々木さん** 北海道から本州に電気を送る際、交流を直流に変換して送るということですが、その理由は何でしょうか。

**紅粉さん** 通常、送電線は「交流」で電気を送っています。交流で連系した場合、北海道と本州は一つの大きな交流系統となります。もし本州側の送電線などに事故が発生し

います。電力の安定供給には、需要と供給のバランスを保ち、周波数を維持することが重要です。

例えば、北海道側の周波数が上昇した時は本州側へ電気を送り、周波数が低下した際には本州側から電気をもらって周波数を安定させます。連系設備には周波数を自動で調整する機能があり、周波数の変動に対し瞬時に電力を融通しています。

また、北海道では風力発電や太陽光発電など再生可能エネルギーの発電設備の導入が進んでおり、発電量の変動が大きいという特徴があります。新北本連系設備を活用して、安定供給の確保と再生可能エネルギーの導入拡大に貢献できるような取組を検討していきたいと考

た場合、北海道側にも事故が波及してしまいますが、北海道—本州間を直流通系とした場合、連系先の系統から受ける影響を最小限に抑えて電力融通でき安定性が保てます。

送電時に電線の抵抗などにより電気エネルギーが熱として失われることを「送電損失」といいますが、長距離送電の場合、直流連系は交流連系より送電損失が少ないという特徴があります。また、建設時、直流連系は電線の数が少なく、鉄塔をコン

えています。  
**佐々木さん** 東日本震災の時、北本連系設備はどのような役割を果たしたのでしょうか。

**紅粉さん** 本州では多くの発電所が被災して停電し、東日本エリアで電力不足となりました。このため、北海道からは北本連系設備を利用し、当時のフル容



変電グループ副長の野々村和彦さんと、紅粉遥さんに、疑問点をパンフレットを見ながら詳しく説明していただきました。



展示されているケーブルを手に取り、構造を確認しました。

パクトにできるため、同じく長距離送電の場合、建設コストを低く抑えることができます。

**佐々木さん** 新北本連系設備の交直変換設備にはどのような特徴がありますか。

**紅粉さん** 直流連系設備の重要装置、バルブホール内にある交流から直流に変換する「交直変換器」に、国内で初めて「自励式変換器」を採用しました。交直変換器には自励式と他励式の2つの方式があり、北本連系設備は外部電源を必要とする他励式だったため、ブラックアウトの際は、交直変換器の運転再開に時間を要しました。自励式は自力で交直変換器を動かすことが可能なため、早期の復旧に寄与することができます。



多段に積み重ねたバルブホール内の交直変換器。



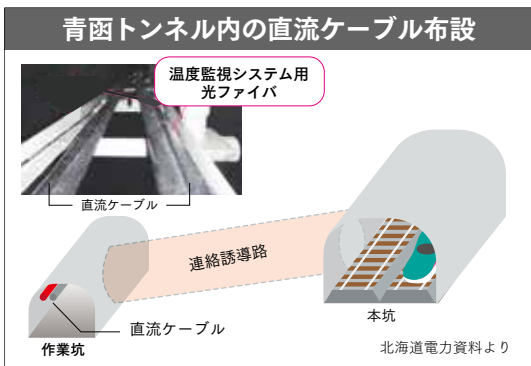
北斗変換所の全景。中央上部の大きな建物がバルブホール。右側が直流開閉装置、左側が交流開閉装置。

(写真2点 提供：北海道電力)

吉岡ケーブルヘッド  
トンネル内にケーブルを  
布設した直流送電設備

新北本連系設備の送電線ルートや変換所の場所は、複数の候補から系統の安定面、工事期間、工事費用などを検討して決定されました。工事は2011年度から調査・設計が開始され、約8年の年月をかけて進められました。

北斗変換所から約77キロ。送電鉄塔205基先の、福島町吉岡地区。海の向こうには津軽半島を望むことができる場所に、次の訪問先、吉岡ケーブルヘッドがありました。ここでは、国内で初めて海底トンネルに布設し



た直流送電設備の概要、トンネル作業坑内での工事などについて、函館支店電力部送電グループリーダーの高瀬正章さんにお話を伺いました。

**佐々木さん** ケーブルヘッドはどのような設備なのか。建屋は、なぜこのような形なのでしょう。高瀬さん ケーブルヘッドとは、架空送電線と直流

ケーブルを接続する設備です。青函トンネルへの入口で、ここからケーブルが繋がっています。海の近くに建っているため、風で飛んできた塩分が、ケーブルヘッド等の設備に付着すると、電気がショートしたりするので、それを防ぐためこのような建屋内に設置しています。津軽海峡を渡った竜飛側にも同様の設備があります。

**佐々木さん** トンネル内でのメンテナンスはどのようなことですか。

**高瀬さん** トンネル内の設備の保守は青森県側にある今別ネットワークセンターが担当しています。海底



ケーブルヘッド(写真中央にある棒状の設備)がある建屋内。壁には工事の様子が掲示されています。



吉岡ケーブルヘッドの遮風建屋。北斗変換所からの送電線はここから斜坑を通り、青函トンネルへ本州へと繋がります。

ケーブルへの影響がないか気を付けて巡視しています。トンネル内には2本の直流ケーブルが布設されていますが、ケーブルに異常が発生すると温度が上昇するので、ケーブルに沿って温度監視シ

ステム用光ファイバを設置しており、それを常時事務所で監視しています。自動式変換器の採用や、直流ケーブルの海底トンネルへの布設など、国内初の技術を用いて実現し

た「新北本連系設備」。当社で初めての直流設備ですので、気象条件などが設備にどう影響するかなど、関係各所と情報交換しながら、今後の保守に活かしていきたい」と高瀬さん。

北斗変換所でお話を伺った変電グループ副長の野々村さんは、「北海道と本州をつなぐ重要な設備ですので、トラブルなく安定的に運転できるように保守していきたい」と話していました。

多くの学びがありました

宮城教育大学教育学部3年 佐々木 真奈さん

今回、電力設備を初めて見学しました。見慣れた風景の中に電線も鉄塔もあるのに、それがどのような形をしてどんな構造になっているのか、これまで考えたこともありませんでした。交直変換所という設備があることも知らなかったので、北斗変換所の交流と直流を交換する機器や、電圧を調整する機器な

どは大変興味深かったです。交直変換器があるバルブホール内は、機器に塵や埃が付かないように管理が徹底されていることに驚きました。吉岡ケーブルヘッドでは、トンネルを利用した工事について伺いました。建屋内には、工事の内容や作業工程を示したパネルがあり、完成した施設を見ただけでは気づけなかった、設備保全のご苦労を知りました。連系設備を作るために多くの時間と労力がかかっていること、自分の家で電気が使えるようになるまでには、さまざまな段階を経て届くことを理解できました。ふだん当たり前のように使っ

ている電気ですが、東日本大震災が起こった時は、当時暮らしていた青森県の実家も停電になり、非常に生活が困難だったのを覚えています。そのような時も、北海道から本州に電気を送るための努力がなされていたことを伺い、電気の有り難さを改めて実感しました。また、災害時だけでなく常に需要と供給のバランスを取るため、北海道と本州の間で電気のやり取りが行われていることが分かり、電力の安定供給はさまざまな取組によって支えられているのだと思いました。

現在、大学では小学校の教師を目指して勉強しています。東日本大震災以降、小学校でもエネルギー教育は重要な役割を持っています。地元青森県は、原子力発電所や核燃料サイクル施設、風力発電や太陽光発電など、エネルギー関連施設が多く、その情報も比較的入手しやすい環境にあります。教科書や資料で知ること、自分の目で実際に見て、体験から学ぶのでは理解度も違うと思います。エネルギー教育において、施設を見学するのは大変重要なことであると感じました。



将来、教師として教えることがあったら、今回の施設訪問のように、自分が見たり聞いたりしたことを、子どもたちに伝えていきたいと思っています。