

電気が王役!

「パワーエレ」搭載で
東京-函館を駆け抜ける!

電気機関車大解剖

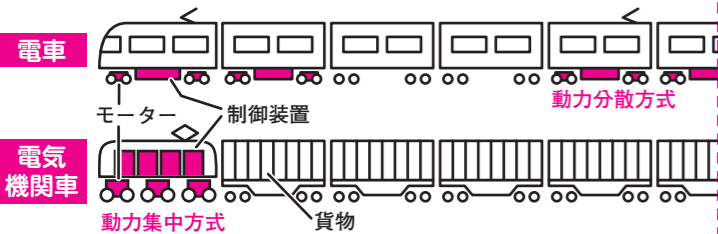
ついに北海道新幹線が開業! いよいよ新幹線が東京から北海道までつながるけど、新幹線よりもっと先に、首都圏から北海道の函館(五稜郭)まで走っている機関車があるんだ。それは、電気機関車EH500形式だ!

取材協力/日本貨物鉄道株式会社
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

電気機関車とは、電気のでモーターを回して走る機関車のこと。新幹線や山手線などの電車も、電気ので走るしくみは同じですが、電気機関車と電車はどこが違うのでしょうか?

電車は、ひとつながりの列車の中に、モーターのついた何両かの車両が含まれているのが特徴です。これに対して電気機関車は、自分だけで動くことのできない、動力を持たない客車や貨車を引っ張って走る車両です(図1)。

図1 電車と電気機関車の構造



電車は例えば山手線では、11両編成のうち6両にモーターがついていて、それらが力を合わせて走る「動力分散方式」。一方、電気機関車は先頭の1両にモーターが詰まっていて、貨車をつなげて引っ張る「動力集中方式」だ。そのため車両の内部にはメカがぎっしり詰まっていて、人が乗れるのは運転席だけ。

今回、電気機関車のことを教えてくれた、JR貨物大宮車両所所長の菅野崇さん(右)と堀内直樹さん。お2人の鉄道に対する熱い思いが伝わる取材だったゾ!



このEH500形式電気機関車は、まさにマスコットキャラの金太郎(右ページ)そのもの。コンテナを5つ載せた貨車を26両もつなげて走ることができ、大型のトラック100台分という、重さ1000tを引いて25パーミル(1000m走るとに25m高くなる角度)の急坂を登ることができます。コンテナ用の貨車の長さには1両で20mありますから、26両つなげた場合、全体の長さは500m以上。一度にたくさんの荷物を運べるので、その分だけ費用は安上がりです。しかも、トラックと比べて二酸化炭素の排出量の割合が9分の1と、環境にもやさしい輸送手段なのです。

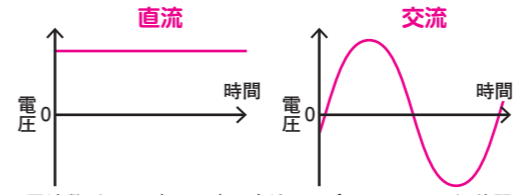
EH500は「交直流電気機関車」であることも大きな特徴です。電気には直流と交流があります(図2)。鉄道で使われる電気は、場所によって違いがあり、都市部では直流、地方では交流の区間が



写真提供/ JR貨物

図2 直流と交流

電気には、直流と交流があるのは知っているよね。乾電池や自動車のバッテリー、携帯電話の電池などは+極と-極が決まっている直流。一方、家庭のコンセントから流れてくるのが交流だ。電圧と時間をグラフにして見ると、直流は同じ電圧がずっと続くのに対し、交流はプラスマイナスが変化する波のような線を描くのが特徴。



周波数が50Hz(ヘルツ)の交流は、プラスマイナスが1秒間に50回変化する。

多い傾向があります。EH500のようなタイプが登場するまでは、直流と交流が切り替わる場合、電気機関車をつけ替えなければいけません。これが1台ですべての区間を走り抜けることができるようになったおかげで、作業の効率化が進み、走行時間の短縮を図ることにつながりました。

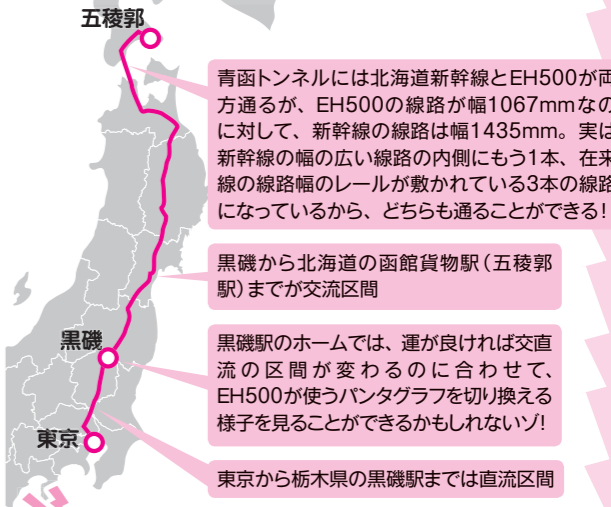
このように電気を使いやすい形にコントロールする技術のことを「パワーエレクトロニクス」といいます(右囲み)。EH500には、このパワーエレクトロニクスの技術がぎっしりと詰まっているのです。

EH500形式電気機関車

- 機関車方式: 交直流電気機関車
- 電気方式: 交流2万V(50Hz/60Hz)/直流1500V
- 重量: 134.4t
- 最高運転速度: 110km/h
- 長さ: 25m
- 幅: 2.950m
- 高さ: 4.280m
- 機関車出力: 交流4000kW
- 走行区間: 首都圏から北海道の函館貨物駅(五稜郭駅)、幡生操車場(下関)から福岡貨物ターミナル駅



愛称は「ECO POWER金太郎」。車両にマスコットの金太郎がペイントされているよ!



青函トンネルには北海道新幹線とEH500が両方通るが、EH500の線路が幅1067mmなのに対して、新幹線の線路は幅1435mm。実は新幹線の幅の広い線路の内側にもう1本、在来線の線路幅のレールが敷かれている3本の線路になっているから、どちらも通ることができる!

黒磯から北海道の函館貨物駅(五稜郭駅)までが交流区間

黒磯駅のホームでは、運が良ければ交流の区間が変わるのに合わせて、EH500が使うパンタグラフを切り換える様子を見ることができるかもしれないゾ!

東京から栃木県の黒磯駅までは直流区間

パワーエレクトロニクスとは?

流れてくる電気をそのまま使うのではなく、IGBTなどの半導体素子によって電圧、電流、周波数を変化させ、大きな電気のを操る技術のことをパワーエレクトロニクスという。身の回りにはパワエレの技術がたくさん使われていて、スマホの充電器もコンセントの交流を直流に変えるパワエレのひとつ。EH500はパワエレの技術により1500Vの直流区間でも、2万Vの交流区間でも、同じように力を発揮して走ることができるんだ。

次のページでは、電気機関車の内部に潜入! 搭載されたパワーエレクトロニクスの技術を詳しく紹介するよ。



EH500の内部に 潜入したゾ!

JR大宮駅から徒歩5分ほどのところにあるJR貨物の大宮車両所。ここにメンテナンスにやってきたEH500の中を特別に見せてもらったよ。



運転席

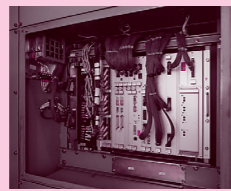
往復の切り返しで車両の向きを変えなくてもいいように、前と後ろに運転席が設けられている。どちら向きでも同じように運転できるが、パンタグラフが近くにある方の運転席を「前」としている。操作部分は意外とシンプルで、レバーひとつで交流と直流の切り替えができちゃうゾ。



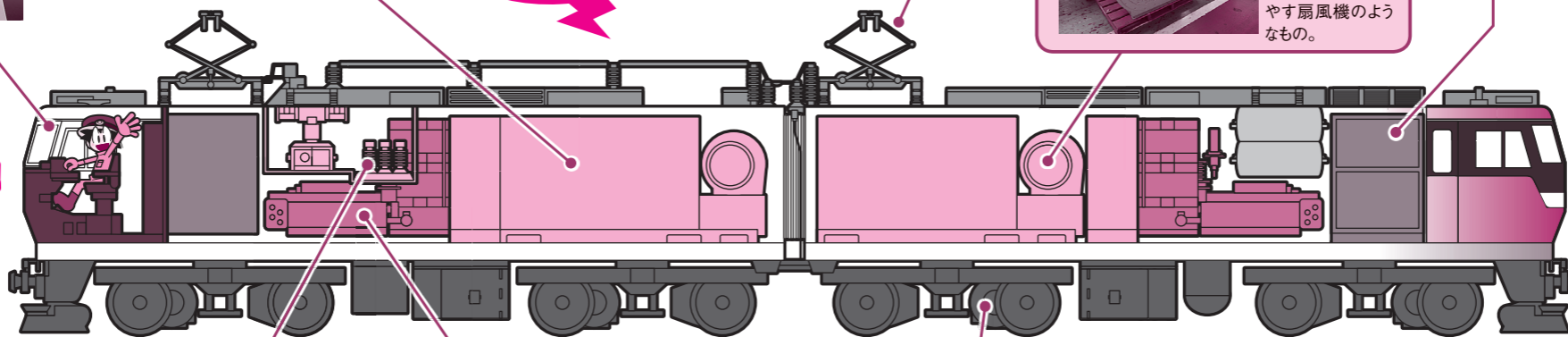
レバーで
交直切り替え!

主変換装置

電気の電圧と周波数を精密にコントロールするための制御ユニットやコンバーター、インバーターが入っている。



EH500形式電気機関車の内部構造はこうなっている! 真ん中につなぎ目があるので2両のように見えるけど、これで1両のEH500だ。



機械がいっぱいだから
通路はちょっと狭い...



交直切り換え器

パンタグラフで受けた電気を直流区間ではインバーターに、交流区間では主変圧器に切り換える装置。交流と直流が切り換わる場所だって、そのまま走り抜けることができるんだ。



主変圧器

交流の電圧を変えるトランス。架線から流れてくる2万Vの交流を、直流につくり直したときに1500Vになるように下げる働きをする。

三相誘導モーター

く)するとモーターの回転が速くなり、低く(プラスマイナスの変化を遅く)すると遅くなります。インバーターは、無段階の変速機の働きもしているのです。そのおかげで、電気機関車はどのようなときでも、滑らかでエネルギーの無駄が少ない動きができるようになりました。

交流の区間でも、電気をそのまま使っているわけではありません。コンバーターという装置で直流につくり換え、改めてインバーターで自由にコントロールのできる交流につくり直しています(図3)。このようにして、EH500は直流区間でも交流区間でも、同じようにパワフルに走ることができるのです。

青函トンネル内で活躍!

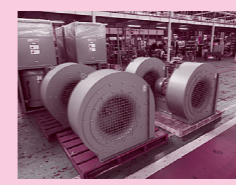


ATC制御装置

青函トンネルを通るときに働く、特別な安全装置。レールの中を電気の流れとして伝わってくる信号の指示を受け取ってチェック、スピードが出すぎていた場合、自動的にブレーキがかかって制限速度を保つ。

送風機

コンバーター、インバーターとモーターは熱くなる。それに、風を送って冷やす扇風機のようなもの。



車両所ではメンテナンス作業中

車両所の中では、全国のいろいろなところから電気機関車やディーゼル機関車、貨物電車などが集結。オーバーホールといって、部品を分解し、通常の点検作業ではできない各部品のメンテナンス作業を行う。



取り出されたEH500の8個のモーターの回転子。パワーの割に意外とコンパクト!

普段は乗れない貨物列車だけど、内部には電気をコントロールする装置がぎっしり! パワエシの技術が進むと、ますますエコな輸送手段になりそうだね。



電気機関車が動くしくみ

EH500は1両でたくさんの貨車を引っ張るのでパワフルですが、重さも普通の電車1両の3倍以上とヘビー級です。出力は、電車の電動車1両が約450kWに対し4000kW。これは馬力にすると5400馬力となり、大型バス10台分以上のパワーがあります。その内部のほとんどを占めるのは、大きな電気の力を操るコンバーターとインバーターや制御ユニット、安全に走るための装置などです。

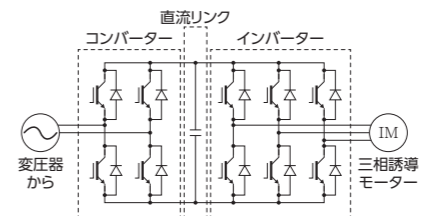
モーターはそれぞれの車軸に1個ずつ、全部で8個もついています。このモーターは、もちろん電気で動く

のですが、模型などでおなじみの永久磁石を使った直流で動くモーターではありません。回転子の周りを3つのコイルで取り囲み、交流を流すと交流の周波数とモーターの回転数のほんの少しのずれから電磁誘導作用によって回転するしくみです。普通の直流で動くモーターは、回転子の軸にブラシが触れていますが、ブラシそのものがないため、つくりが簡単で音が静か、故障しにくくて取り扱いのしやすい特徴があります。

交流で動くモーターですから、直流の区間では、パンタグラフを通じて架線から取り入れた電気をインバーターという装置を使って交流につくり変えています。交流の周波数を高く(プラスマイナスの変化を速

図3 電気をつくり変える回路

架線から流れてくる単相交流の電気をコンバーターにより直流にする。この直流をインバーターで三相交流にすることで、誘導モーターの回転速度をコントロールすることができるようになる。



パワーアカデミーのサイトでは、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があるゾ! 第2回ではパワーエレクトロニクスのことをサッカーのポジションにたとえてわかりやすく解説しているよ。

身近な電気工学 第2回 検索

