

## てくのろじい 解体新書

2014年  
6月

暮らしを便利してくれる  
さまざまな東芝製品。  
一体どんな技術が使われているのか、  
知らない方も多いのでは？  
ここではそんな技術の仕組みを  
ニャンダローが先生に質問します！



# 省エネに大活躍する電車のエンジン 永久磁石同期モーター 「PMSM」

東京メトロなどの車両に搭載されている  
永久磁石同期モーター (PMSM) は、電車用としては  
東芝が世界で初めて開発した、小型で省エネ、  
メンテナンスフリーの夢のようなモーターです。  
その仕組みを山脇先生に教えてもらいました。

### 限られたスペースで高機能が 求められる電車用モーター

ニャンダロー：こんにちは。東京メトロの銀座線などを走っている新型車両を動かしているモーターが東芝製って聞いたんですけど、本当ですか？

山脇先生：本当だよ。車体の下で電車を動かすエンジンの役割をしているんだ(図1)。小型で省エネ性能に優れた永久磁石同期モーター (PMSM: Permanent Magnet Synchronous Motor) は、これからの活躍が期待されているんだよ。

ニャ：電車用のモーターも小型で省エネが求められているんですか？

先生：そう。地下鉄や在来線など、線路を走る鉄道車両はレールの幅が決まって

いるよね。だから、高出力や省エネなどの高機能を求めても、必ずその大きさに納めなければならない。現在、電車用で主流となっているのは誘導モーター (IM: Induction Motor) といって、「回転子」と呼ばれる鉄芯に巻きつけたコイルに電流を流すことで磁気を発生させる「電磁石」を使っているんだけど、PMSMはその電磁石の代わりに「永久磁石」を採用したんだ。

ニャ：電磁石を永久磁石に…？

先生：モーターは、回転子とその周りの「固定子」と呼ばれる電磁石の入ったケースでできていて、IMは固定子と回転子の両方のコイルに電流を流して磁気を発生させるんだ。固定子の磁気が誘導して、回転子を回転させる仕組みだよ。IMの

場合、高出力を求めると、回転子のコイルを太くしてたくさん電流を流す必要がある。その上、コイルが熱を持つので、冷やすための部品を入れたりすると、モーターが大きくなってしまい、限られたスペースに設置するのは難しくしてしまうんだ。PMSMは、固定子にはコイルの入った電磁石を使っているけど、回転子には「永久磁石」を使っているよ。

### 小型化&省エネを可能にした 「永久磁石」の登場

ニャ：永久ってことはずっとくっつく磁石かニャ？ それを使うとどうなるんですか？

先生：「永久磁石」っていうのは、一度磁力を持つとずっとその磁力が保たれるも



電車にとって  
夢のような  
モーターです！

▶今回の先生  
府中社会インフラ  
システム工場  
交通システム部  
山脇和典さん  
Kazunori Yamawaki

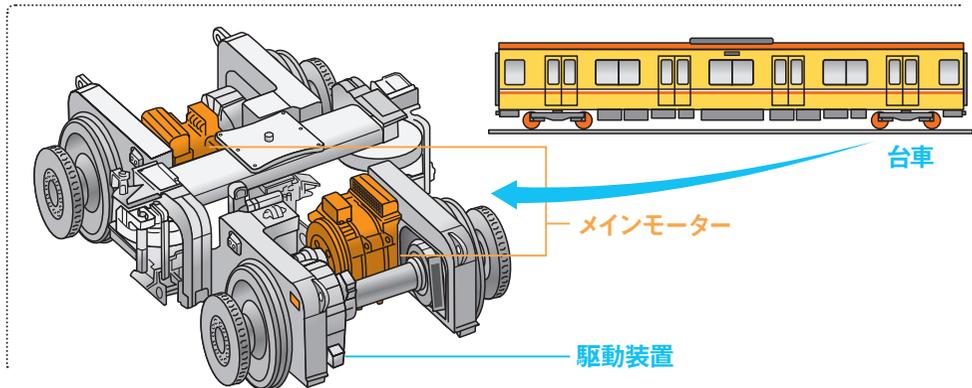


限られたスペースの中で  
高出力&省エネ  
を実現！

さらに、  
メンテナンスフリー  
ニャのだ！



● 図1 電車のモーターはどこについてる？



のだよ。電車で使っている永久磁石は、レアアースのネオジウムという物質と鉄、ホウ素の化合物で、この中にはミクロの磁石がたくさんあるんだけど、最初はバラバラな方向を向いていて磁力がないんだ。これを超強力な磁石で方向をそろえてあげると、磁力を持つようになる。この磁力はずっとそのままだから、電流を流さなくても電磁石の代わりになるんだ。  
 ニヤ：ニヤるほど！ 永久磁石を使うことで回転子のコイルがいらないんですね。  
 先生：それにね、PMSM の場合は、ネオジウムを使った磁気強い永久磁石の力をうまく活用することで効率よく回転できる。東芝が開発したPMSMはこれまでのIMに対して、同じ性能ならシステムを置き換えるだけで消費電力量が約

20%も削減できるよ。回転子にコイルを巻いていない分、小さくできるし、熱となってしまう電気のロスも少なく、効率的な運転ができるんだ(図2)。  
 ニヤ：小型化も省エネも叶えられるなんて、永久磁石さまさまですね。

「密閉」することでメンテナンスフリーを実現

先生：実はもうひとつ電車のモーターにとって、画期的なことがあるんだ。さっき、熱となってしまう電気のロスが少ないと言ったけど、発熱が少ないおかげで、モーターを密閉することができるようになったよ。  
 ニヤ：密閉できると何が良いんですか？  
 先生：電車のモーターは車体の下にあって、常に雨水や土砂のほこりにさらされる過酷な環境で回っているんだよ。密閉できたことで、クリーニングをしなくてよくなった。つまり、メンテナンスフリーになったということだよ。  
 ニヤ：音も密閉されて静かになる。いいことづくめだニヤ。これからの電車のモーターはPMSMで決まりですね！  
 先生：そうだいいんだけど、近年はネオジウムを使った永久磁石の中に入っているジスプロシウムという物質の値段が上がっていて、高価になってしまったんだ。今は、そのジスプロシウムを使わない磁石の研究も進めているよ。  
 ニヤ：どんどん進化していくのですね。電車に乗るのがますます楽しみだニヤ。  
 先生ありがとうございました。

● 図2 誘導モーター(IM)と永久磁石モーター(PMSM)

