



科学の眼

まなこ

発行:姫路科学館 (〒671-2222 姫路市青山 1470-15 電話:079-267-3961)
<https://www.city.himeji.lg.jp/atom/>

物理シリーズ

最先端技術が生み出す夢の超特急

リニア新幹線

Magnetic levitation train

姫路科学館 学芸・普及担当 西村奈那子

姫路にも停車することのある新幹線「のぞみ」は最高時速 300km で走行しています。しかし現在「のぞみ」を越える時速 500km の鉄道、「リニア新幹線」が開発されています。リニア新幹線の原動力はなんと磁石です。今回は、磁石の力で高速走行するリニア新幹線についてご紹介します。



写真 リニア新幹線

過去の走行試験で使用されていた車両
山梨県立リニア見学センターにて撮影。

■ 電磁石の性質

磁石には鉄片などを引きつける磁力があり、磁力の及ぶ範囲を磁界と言います。磁界の向きは N 極から S 極に向かいます。2つの棒磁石を近づけたときに、異極同士だと引き合い、同極同士だと反発します (図1)。

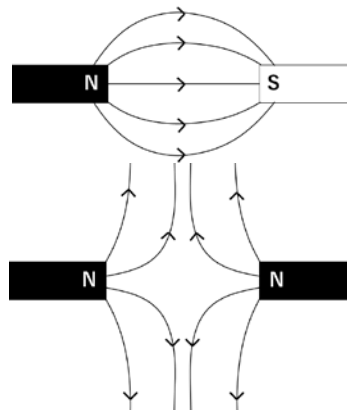


図1 棒磁石のまわりの磁界の様子

N 極から S 極に向かって磁力線がのび、異極同士を近づけると引き合い (上図)、同極同士を近づけると反発する (下図)。

コイルに磁石を近づけたり、遠ざけたりするとコイル内の磁界が変化します。コイルでは磁界変化を妨げるような磁界を作ろうと電流が流れます。この現象を「電磁誘導」と言います (図2)。電流が流れるとコイル自身も磁界を持ち、磁石のような振る舞いをする「電磁石」となります。リニア新幹線はこれらの性質を利用して走ります。

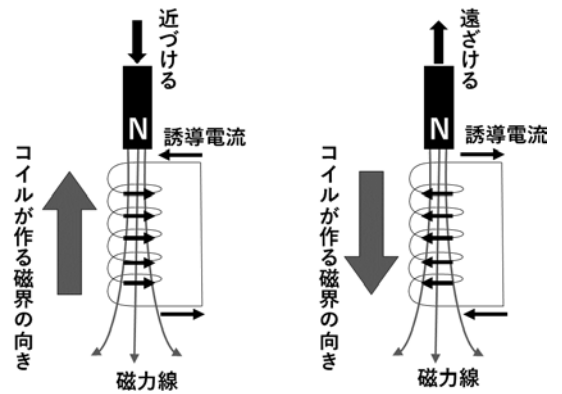


図2 電磁誘導

左図では磁石からの磁力線が下向きに増えるため、コイルは上向きに磁界を持ち、右ねじの法則に従い矢印の方向に誘導電流が流れる。誘導電流は磁石を速く動かす程、磁石の磁力が強い程、コイルの巻き数が多い程強くなる。

■ 超電導磁石

リニア新幹線で使用する電磁石には超電導磁石が使用されています。超電導とはある金属が一定温度以下になると電気抵抗が0になる現象です。超電導コイルに電流を流すと、永久に電流が流れ続け、強力な磁界を発生させる超電導磁石となります。リニア新幹線の車体の側面には液体ヘリウムで-269℃に冷却したニオブチタン合金の超電導磁石が搭載されています。

■ リニア新幹線の走るしくみ

リニア新幹線の走るルートはガイドウェイと呼ばれる壁に挟まれています。ガイドウェイには推進コイルと浮上・案内コイルという2種類のコイルがあります(図3)。推進コイルはリニア新幹線を走行させるためのコイルです。変電所から電気が送られ、コイルに電流が流れると磁界が生じ、電磁石となります。車体に搭載される超電導磁石と推進コイルの磁界が引き合ったり、反発したりして車体が走り始めます(図4)。超電導磁石と推進コイルのN極とS極が向き合っても、コイルに流れる電流は交流のため、電流の向きは周期的に変化し、磁界の向きも変化して止まることなく走り続けます。リニア新幹線は始め、タイヤで走行し、時速150kmを越えると超電導磁石の磁力で、ガイドウェイ上の浮上・案内コイルに強い誘導電流が流れるようになります(図5①)。浮上・案内コイルは8の字型をしており、コイルの下側部分では超電導磁石に反発する磁界を生じ、コイルの上側では超電導磁石と引き合うような磁界を生じます(図5②)。このため車体が浮上・案内コイルの上側へ引きつけられ最終的に地面から10cm程浮上します(図5③)。地面から離れることで摩擦がなくなり、時速500kmを越えるような高速走行が可能となります。巨大な車体を浮上させて摩擦をなくすために超電導磁石が必要なのです。

リニア新幹線は2027年に品川-名古屋が開業予定で、その後2037年に新大阪まで開通予定です。夢の超特急に出会える日が楽しみです。

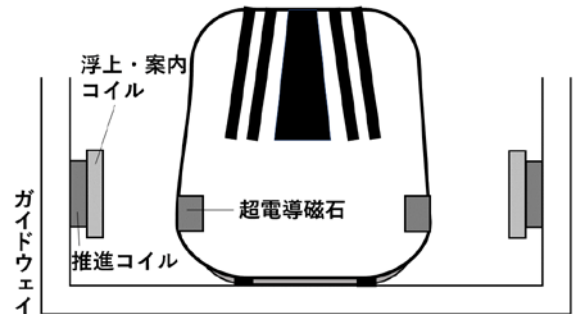


図3 ガイドウェイに搭載されるコイル

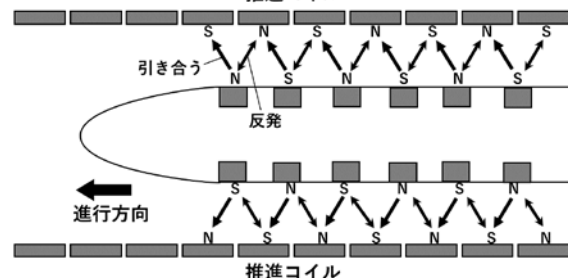


図4 推進コイルで車体が進む

車体の超電導磁石がN極の場合、S極の磁界を発生させる推進コイルに引きつけられ、N極の磁界を発生させる推進コイルに反発し、前へ進む。

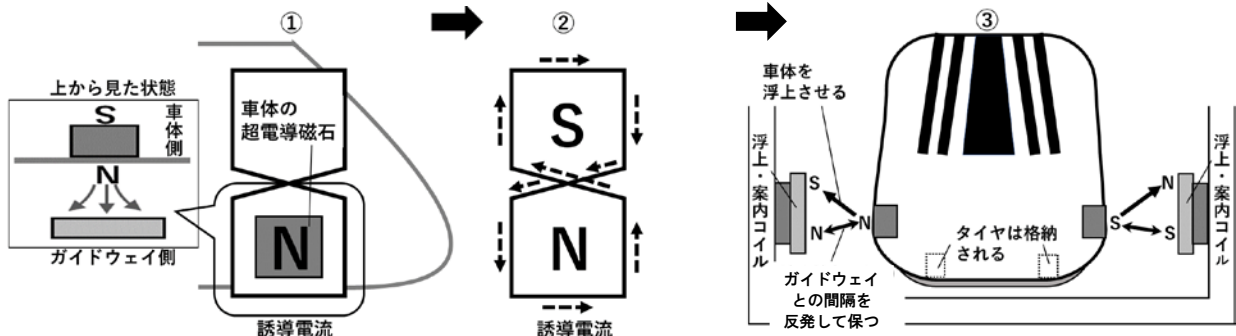


図5 浮上・案内コイルで車体が浮く