



第7回  
科学の甲子園ジュニア 全国大会

実技競技②

「マグネティック・フィールドを支配せよ」

⌘ 解説 ⌘

## 科学の甲子園ジュニア 解説

「マグネティック・フィールドを支配せよ」に出場されたみなさん、お疲れ様でした。今年の競技は、縦 60 cm×横 60 cm のフィールド内で、直径 23 mm の磁石を 2 つ組み合わせた「回転体」を、円柱型磁石や電磁石を使ってコントロールして、ねらったポイントに合わせて走らせるものでした。目に見えない磁力の引き合う力、反発する力をうまく組み合わせて回転体をカーブさせたり、スピードを維持してより長く走らせたりする工夫が必要でした。回転体と円柱型磁石の相互作用は、それぞれの磁石の磁界の向きや回転体の速さ、回転体との距離などに大きく影響を受けます。限られた材料を使い、学んできた知識や技能を活用し、状況に応じて様々な創意工夫をして課題を解決していくとともに、再現性や確実性も問われていました。この競技にのぞむため、みなさんは事前に何回も設計をやり直し、試作を重ねたことでしょう。

### <磁石について>

磁石には「永久磁石」と「電磁石」があります。永久磁石には、安価で一般的によく利用されている「フェライト磁石」と磁力の強い「ネオジウム磁石」などがあり、身近なところでよく利用されています。電磁石（図1）は、導線に電流を流すと磁界が発生する性質を利用して、導線をコイル状に巻いたものです。巻き数や電流を多くすると強くなり、電流を逆に流すと極性が逆になります。

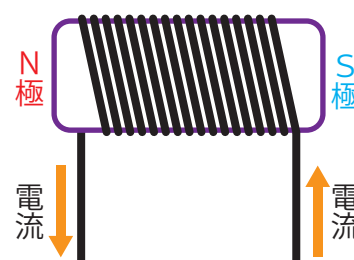


図1：電磁石

磁力が影響を及ぼす空間を磁界といい、その磁界は、磁力線を使って表すことができます（図2）。磁力の強いところは磁力線の間隔が狭く、磁力線はN極からS極へ向かいます。

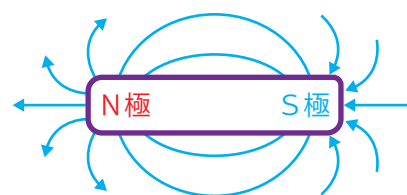


図2：棒磁石の磁界

### <磁力の相互作用について>

磁力には、異極の磁石が引き合ったり、同極の磁石が反発したりする相互作用があり、①離れていても働く、②力の大きさは、距離の2乗に反比例する、という特徴があります。その磁界も磁力線を使って表すことができます（次ページの図3）。

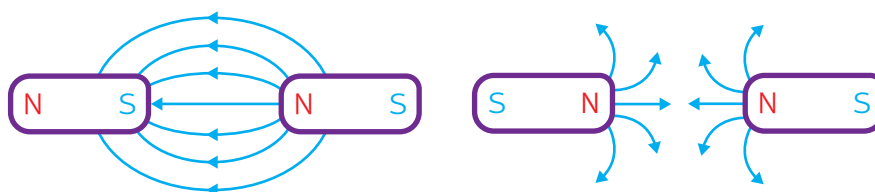


図3：2つの磁石の相互作用

今回の競技では、制御用磁石で回転体をコントロールする方法が、大きく分けると3通りに絞られました。

- ① 制御用磁石を縦置きにし、非常に安定した磁界でコントロールする方法（図4-1）

回転体と制御用磁石の磁界が重なり合い、強い引力が発生して、安定して回転体が走行することができる。しかし、その強い引力のため速度が遅くなることへの対策が必要である。

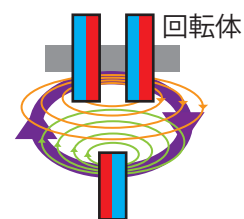


図4-1：①の回転体と制御用磁石

- ② 回転体を挟むように制御用磁石を横置きにして引力を利用する方法（図4-2）

①と同様に、回転体と制御用磁石の磁界が重なり合い、引力が発生して、安定して回転体が走行することができる。しかし、①より回転体と制御用磁石の距離が離れるため、引力は弱い。引力が弱まった分、回転体の速度が速い場合にはコースアウトしてしまう。回転体の速度と引力のバランスを見極める必要がある。

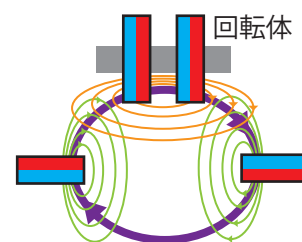


図4-2：②の回転体と制御用磁石

- ③ 回転体の内側を同極にし、制御用磁石を横置きにして引力を利用する方法（図4-3）

回転体の内部を同極にすることにより、回転体全体の磁力が弱くなり、制御用磁石からの影響が①や②より少ない。そのため、回転体の速度を維持しやすい反面、制御用磁石でコントロールしにくくなる。

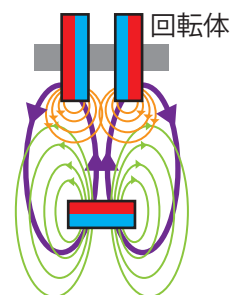


図4-3：③の回転体と制御用磁石

電磁石は再加速するために用いたチームが多く、回路を工夫してスイッチ操作で電流を逆向きに流し、回転体が通過する前と後で、効率よく活用しようとする工夫も見られました。

現在、磁石や電磁石を活用したものは、身の回りにたくさんありますが、動く物体を制御



図5-1：リニアモーターカー

するために利用している代表的なものに、リニアモーターがあり、例えば都営大江戸線のような電車の動力として実用化され、運用されています。

中でも、現在建設中のリニアモーターカーは、超電導磁石どうしの引力、斥力を高度に制御して、10 cm ほど浮上しながら時速 500 km 以上で走行することが可能で、次世代新幹線として期待されています。

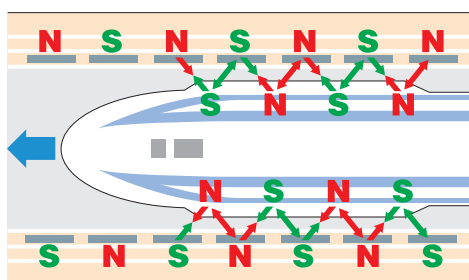


図5-2：推進の原理

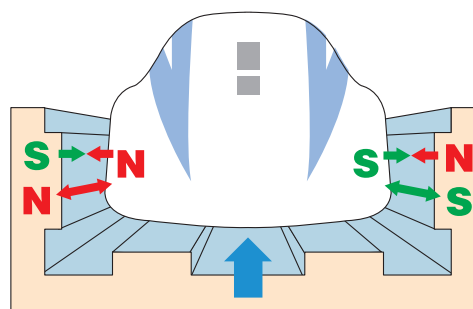


図5-3：浮上の原理

今後も、エネルギーを効率よく上手に使いながら、磁石や電磁石を動力や制御のために活用する技術は必要とされ生み出されていくことと思います。科学の甲子園ジュニアから育ったみなさんの中からも、新しい技術を開発する方が現れることを期待します。

以上、「マグネティック・フィールドを支配せよ」の基礎になる、磁界や磁界の相互作用について解説してきました。全国大会に出場された皆さんですから「そんなことは分かっているよ」という話だったかもしれませんが、しかし、この競技の一番大事な指針になるのはこの部分なのです。中学生時代に学ぶ科学の基本的な概念や原理は、それだけ適応範囲が広く、私たちの行動の確実な指針になってくれるということは、今後科学を学ぶ上でもぜひ意識していただきたいところです。