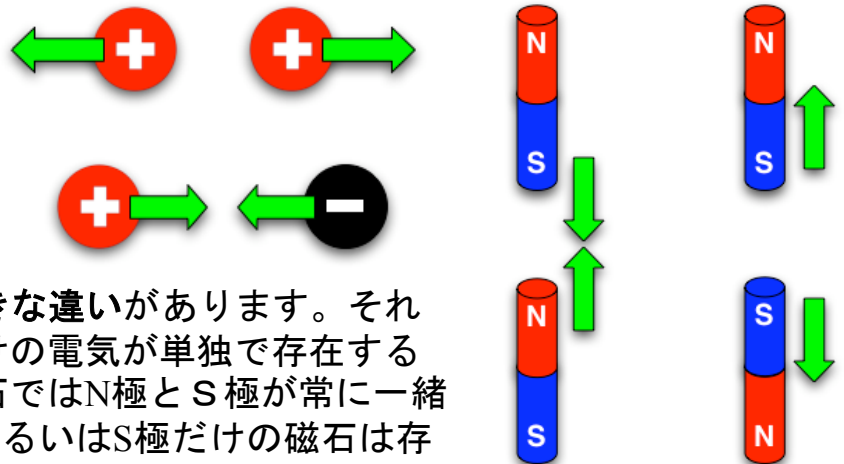


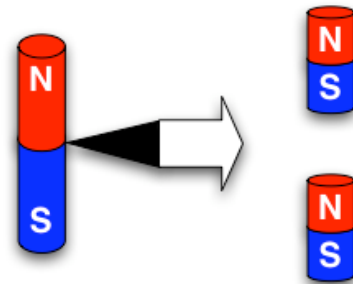
## 電気と磁気の違い

電気と磁気はよく似ています。+の電気と+の電気は反発し、+の電気と-の電気は引き合います。同様に磁石のN極とN極は反発し、N極とS極は引き合います。



しかし、電気と磁気には大きな違いがあります。それは電気は+だけの電気、-だけの電気が単独で存在するのに対し、この図のように磁石ではN極とS極が常に一緒になっています。N極だけ、あるいはS極だけの磁石は存在しません。

もしも磁石をN極とS極の境目で切ったとすると、半分に分かれた二つの磁石ができ、それぞれの磁石がN極とS極を持つ事になります。



## N極だけの磁石？

上の図からわかるように磁石を半分に切ってもN極だけ、S極だけを取り出すことはできません。では今度は逆に磁石をならべて非常に長い磁石を考えてみたらどうなるでしょうか。



このように長い磁石のN極は、S極から遠く離れているので、N極だけの磁石ができたかのように見えます。

実際に、無限に長い磁石を数学的には考える事が来ます。するとその一方の端はN極だけ、またはS極だけ、の磁石のように振る舞うのです。これを**磁気単極子**、英語では**モノポール**と言います。モノポールは、まだ実際の観測では見つかっていませんが、理論的には素粒子物理学、宇宙物理学、場の理論、超ひも理論などで大変重要な役割を果たしています。

**磁力線観察器**で磁石のまわりの様子を観察してみてください。そして、小さい磁石と長い磁石の端とで磁力線の様子を比べてみましょう。

## ディラックのモノポール



実は、電磁気学と量子力学を考え合わせると、モノポールがある条件の下で存在できるという事がディラックによって示されました。



その条件とは、

（素粒子の持つ電気量）×（モノポールの磁気量）＝  $2\pi \times$ （整数）  
というもので、ディラックの量子化条件と呼ばれます。もし、この宇宙に一つモノポールがあるとすると、その磁気量（磁力の強さ）の大きさの逆数が、素粒子の持てる最小の電気量を決めることとなります。そうすると、電子と陽子が、（プラスとマイナスの違いがあっても）正確に同じ大きさの電気量を持っているという不思議な事実を、モノポールの存在が説明してくれることとなります。



## 大統一理論・インフレーションとモノポール



現在の有望なシナリオでは、強い力・弱い力・電磁気力の3つの力を統一する大統一理論から何度かの相転移を起こして現在の我々の宇宙が出来上がったと考えられています。実は、この相転移の際に必ずモノポールが生成されると言われています。しかしながら、ディラックの提唱以来、長い間、モノポール探索の実験が色々と行われてきたにも関わらず未だ発見されていません。インフレーションモデルは、このパズルをも解決してくれると考えられています。つまり、生成されたモノポールたちは、インフレーションの膨張によって“吹き飛ばされ”、我々の近くには“なくなって”しまったのです。

## クォークの閉じ込めとモノポール

我々の宇宙には、モノポールと同様、その存在がわかっていながら、単独では見つからないものがもう一つあります。それが“クォーク”です。現在の標準理論では我々の身の回りのものは全てクォークを含んでいるはずなのですが、未だに一つのクォークだけを単独で見つけることに成功した人はいません。クォークは常に2つ以上がくっついて自然界に存在しています。これを「クォークの閉じ込め現象」と呼び、これを説明することが現在の理論物理学の重要課題の一つになっています。今までにクォークの閉じ込めの理由を説明するいくつかの理論が提案されていますが、まだ決定版は出来ていません。面白いことに、現在活発に研究されている理論では、閉じ込めを起こす起源がある種のモノポールに関係していると考えられています。このように一見無関係の二種類のものが、単独に取り出せないという共通の性質を通じて関わってくるとは面白くありませんか？

上の例のように、未発見粒子ではありますが、モノポールはこの宇宙を理解する鍵を握っているかもしれません。