

# 一家に1枚 磁場と超伝導

## MAGNETIC FIELD & SUPERCONDUCTIVITY

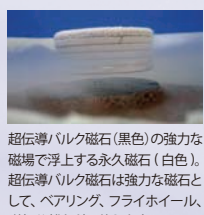
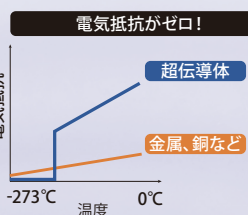
### 磁場って何？

温度や湿度や圧力などと違い、磁場は感じるできません。しかし、磁場は、コンパスの針を動かしたり、砂鉄を集めたりといった、不思議な力を持っています。また、その強さは、中性子星の巨大な磁場から人体が発する非常に弱い磁場まで、20桁以上という非常に広い範囲にわたっています。じつは、この見えない磁場に環境も社会も支えられているのです。



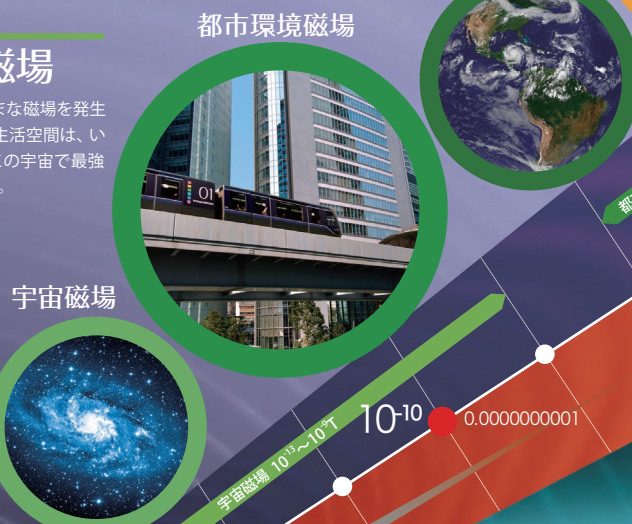
### 超伝導って何？

今からちょうど100年前の1911年に、オランダのオンネスは、水銀の電気抵抗が-269℃以下でゼロになる「超伝導現象」を見つけました。この現象を生じるものを超伝導体といい、電流を流しても発熱せず省エネルギーです。また、高密度の電流を流せるので強力な電磁石になります。液体窒素(-196℃)の冷却で使える高温超伝導体も発見され、その実用化も間もなくです。



### 環境に広がるさまざまな磁場

地球も、太陽も、銀河も、自然界にあるものはさまざまな磁場を発生しています。また、人工物も磁場を発生し、私たちの生活空間は、いろいろなものが発生する磁場におおわれています。この宇宙で最強の磁場を発生しているのは中性子星で、約1億Tです。



### 磁場の極限を追う

光ポンピング原子磁気センサー  
最も弱い磁場を測ることができる方法です。

弱

### 電磁石は技術の要

銅線などをコイルにして電流を流すと、電磁石になります。モーターをはじめいろいろな工業製品に使われています。超強力磁石は強い磁場を長い時間発生でき、最高磁場は45Tです。また、パルス磁石はごく短い時間だけ強い磁場を発生し100Tに達するほか、磁場の強い空間を爆発によって圧縮する方法では2500Tを発生します。

### 暮らしを支える永久磁石

フェライト磁石、アルニコ磁石、ネオジム磁石など。ネオジムが最も強く、最高1.4T。用途はさまざま、磁気カードは永久磁石で情報を記録し、スピーカーは永久磁石とコイルで電気信号を音に変換。モーターにも永久磁石や電磁石が使われ、ハイブリッド車のモーターにはネオジムなどのレアアース磁石が欠かせません。

### 超強力磁石



### 人工的につくれる最強磁場

25000T

### 超伝導磁石が創りだす先端機器

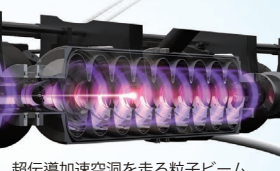
超伝導体からできた線(超伝導線)をコイルにして電流を流すと、非常に強力な磁石になり、強い磁場を大きな空間につくれます。また、コイルの両端を超伝導線で結ぶと、電流が弱まることなく流れ続けます(永久電流)。そのため、電流をたたく装置にも、非常に安定した磁石にもなります。

### 24T以下 加速器

ほぼ光速まで粒子を加速する装置。物質や宇宙の起源を探る研究では巨大な加速器が運転され、粒子を加速するのに超伝導空洞が、粒子の軌道を曲げるのに超伝導磁石が使われます。



磁気共鳴診断装置(MRI)  
体の内部などの様子調べることができる装置。主に医療用に用いられています。一般的には1~1.5T程度です。

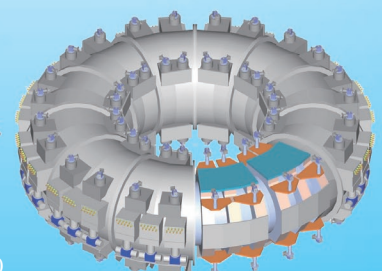


超伝導加速空洞を走る粒子ビーム

計画されている線形加速器

### 核磁気共鳴(NMR)

物質の構造や状態を調べる装置で、タンパク質の構造などを明らかにします。最強の装置では23.5Tを発生(写真は21.8Tの装置)

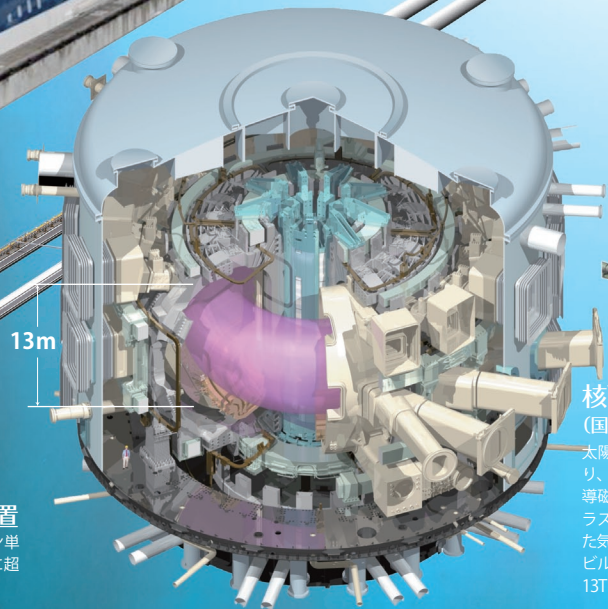


### 超伝導磁気エネルギー貯蔵装置(SMES)

超伝導磁石に永久電流を生じさせて、電気を貯める装置。工場の安定な電力供給源や、自然エネルギーを有効活用するための装置などの応用が考えられています。

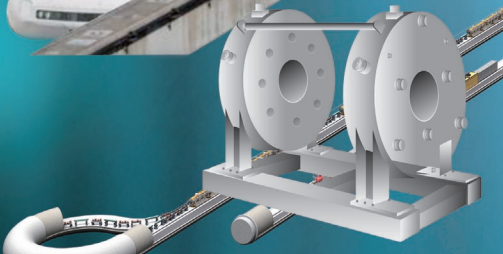
### 核融合

(国際熱核融合実験炉 ITER)  
太陽のように核融合で熱をつくり、それで発電を行う計画。超伝導磁石によって、1億度の高温プラズマ(陽イオンと電子に分かれた気体)を閉じ込めます。5階建てビルの高さの巨大な磁石を含み、13Tの発生が計画されています。



### シリコン単結晶引き上げ装置

99.9999999%以上の高純度の大型シリコン単結晶は、シリコン融液の対流を抑えるために超伝導磁石にかこまれた空間で育てられます。



### 超伝導リニア新幹線

建設計画中の高速鉄道。車両に約1テスラ超伝導磁石を載せ、線路の壁側に並べた金属コイルに電流を流して電磁石にし、両者の吸引・反発によって浮上走行します。時速581kmを記録。なお、車内は十分に安全な低い磁場になるように設計されています。

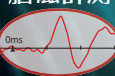


### わずかな磁場をとらえるSQUID磁気センサー

SQUID(超伝導量子干渉素子)は高感度の磁気センサーで、磁場を磁束量子の単位で測れます。磁束量子は磁束の最小単位で、 $2 \times 10^{-15}$  Wb [ウェーバー: T/m<sup>2</sup>]です。脳や心臓などは、非常に弱い磁場を出していますが、このセンサーを用いれば、異常の有無や、それが生じている場所などを知ることができます。



### 脳磁計測



0ms