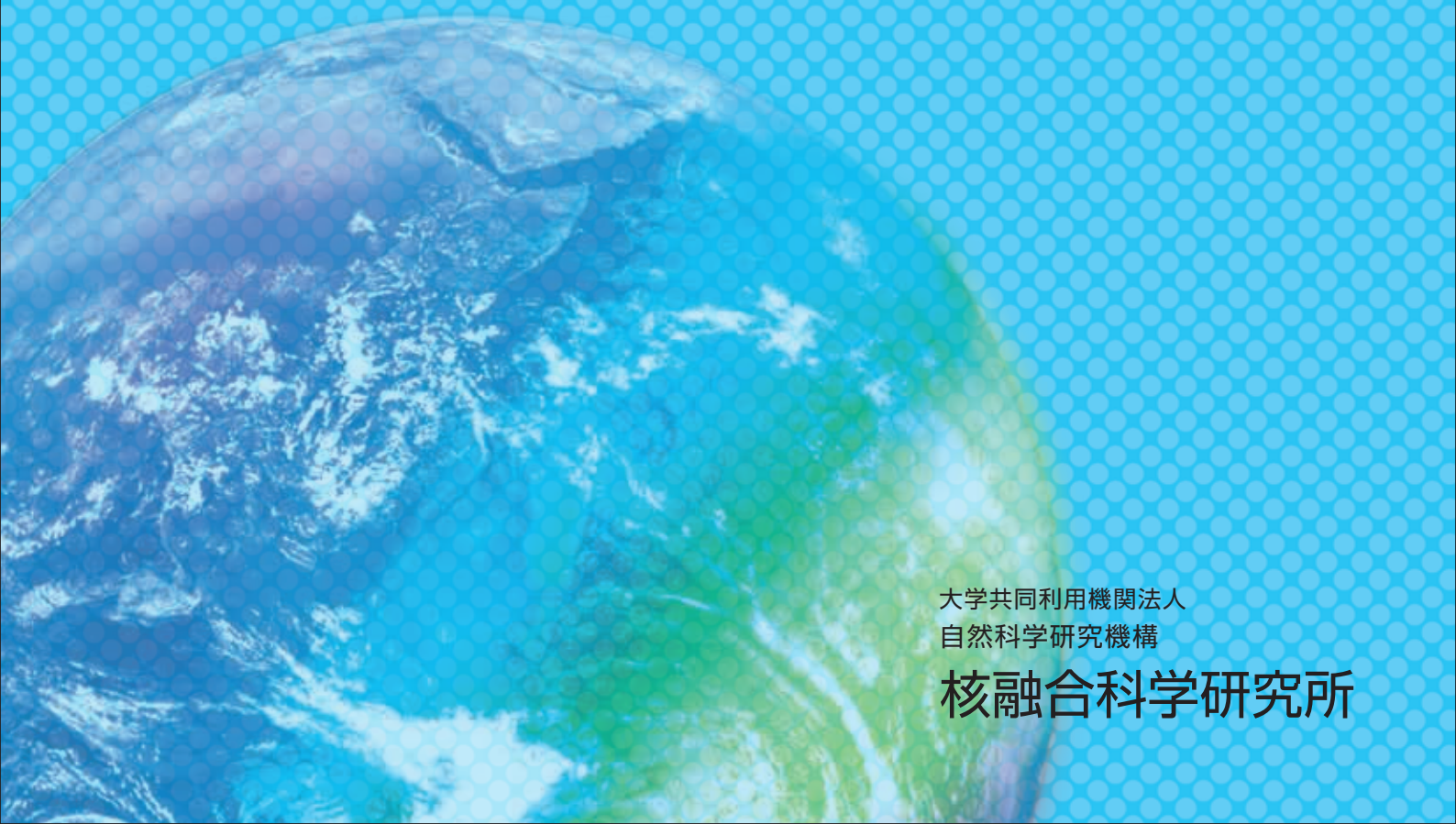


未来をつくる  
エネルギー  
核融合



NATIONAL INSTITUTE for FUSION SCIENCE



大学共同利用機関法人  
自然科学研究機構

核融合科学研究所

# 地上の核融合実現に向けて

核融合科学研究所へようこそ

わたしたちは、将来の核融合発電の実現を目指して  
学術的な研究を行っています

核融合発電に使用する燃料資源(重水素とリチウム)は  
海水中に豊富に含まれており、ほんの少しの燃料で、  
非常に大きなエネルギーを得ることができます



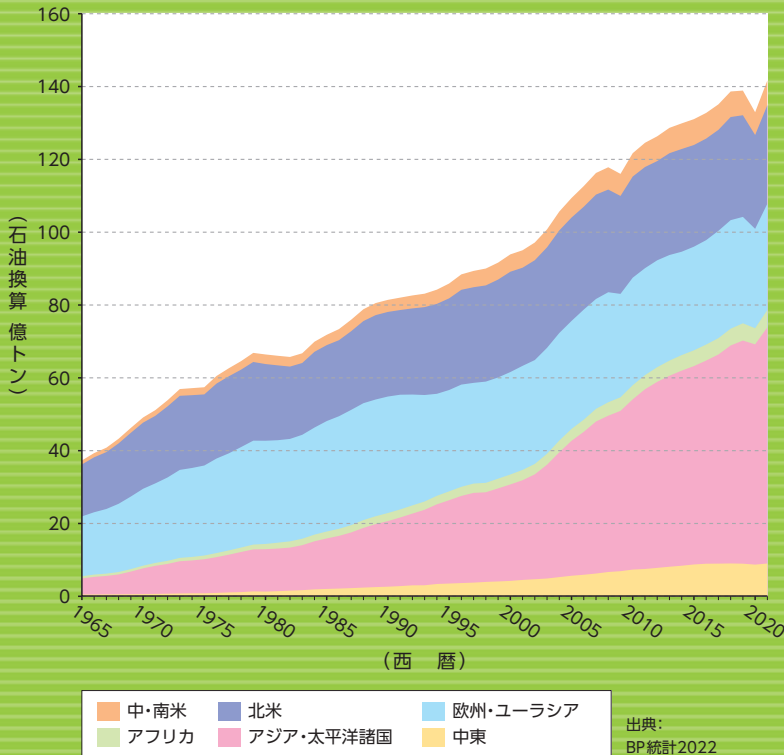
さまざまな国で産業が発達し、  
世界のエネルギー消費量は増える一方ですが、  
化石燃料などのエネルギー資源には限りがあります。

新興国の  
経済や産業が  
活発になって、  
エネルギーの消費量は  
どんどん  
増えています。

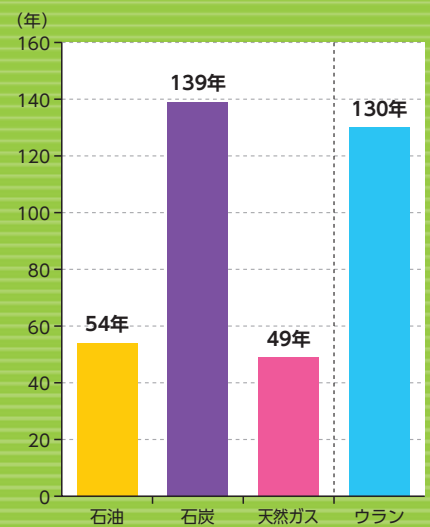


核融合科学研究所  
マスコットキャラクター  
ヘリカちゃん

世界の1次消費エネルギーの推移



化石燃料の残り年数



地球温暖化をはじめとする環境問題が深刻化している現在、新エネルギーは環境負荷の少ないものが望まれています。

太陽光や風力、地熱などを利用する自然エネルギーは、環境負荷の少ないエネルギー源ですが、これらだけでは産業や都市機能を維持するような大規模な発電は困難です。



そこで注目されているのが、  
**核融合エネルギー**  
です。

新エネルギー

- ★ 太陽光エネルギー
- ★ 風力エネルギー
- ★ 地熱エネルギー など



**核融合エネルギー**

# 核融合とは

## 核融合の“核”ってなんだろう？

電子と共に原子を構成している**原子核**のことを表しています。世の中にあるどんな物質もどんどん細かく見ていくと、原子が集まってできていることが分かります。その原子の中心にあるものが原子核なのです。

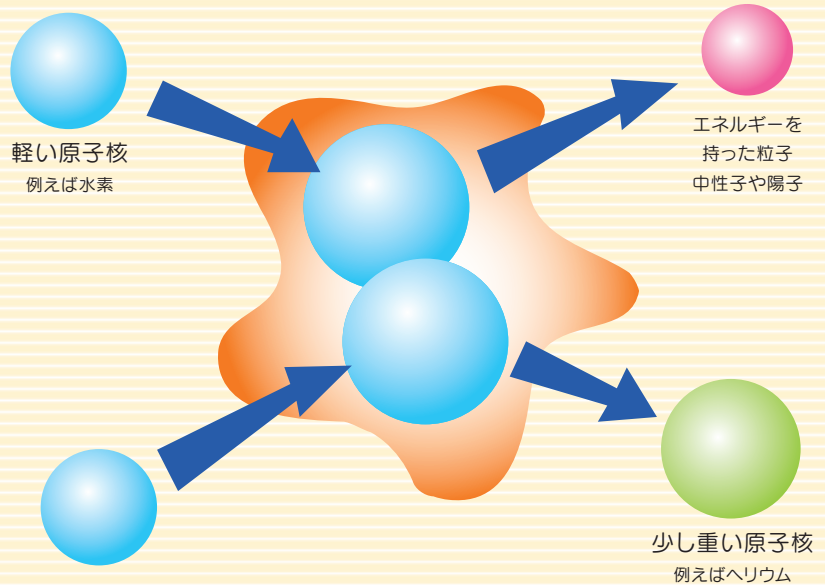
つまり、  
わたしたち人間の  
体の中にも原子核が  
たくさん存在して  
いるんですよ。



## では、核融合ってなんだろう？

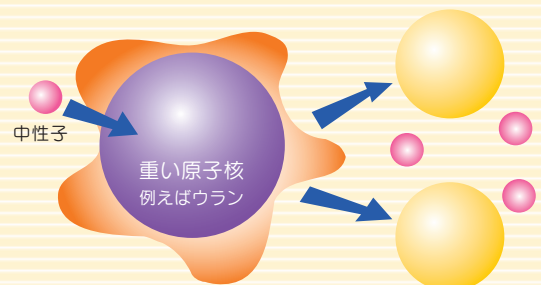
それは水素のような軽い原子の原子核同士がくっついて、別の重い原子核になることをいいます。

核融合反応



一方、原子力発電所で起こしている反応は核分裂反応です。  
核融合反応とはまったく異なります。

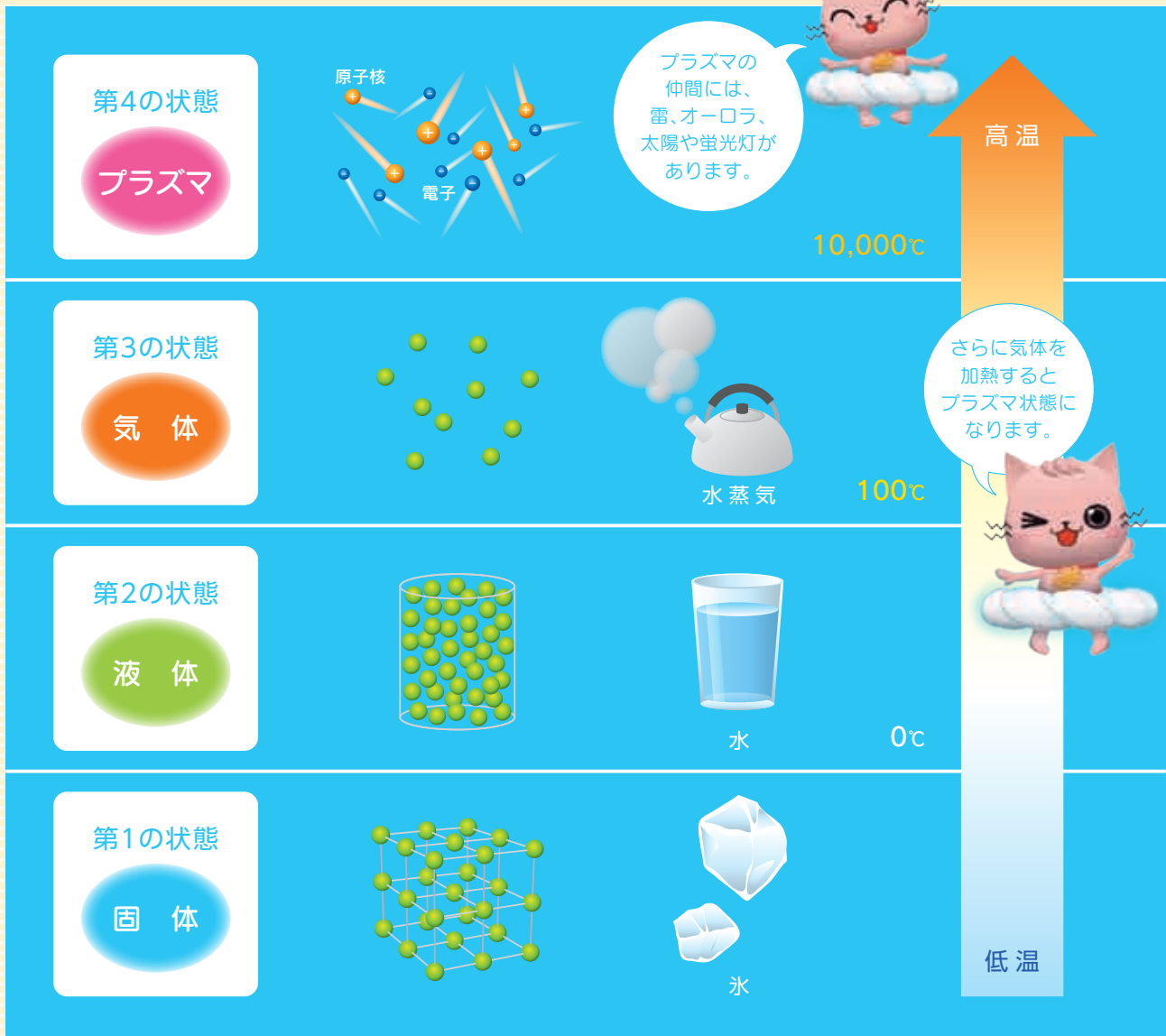
核分裂反応



## 核融合反応を起こすには

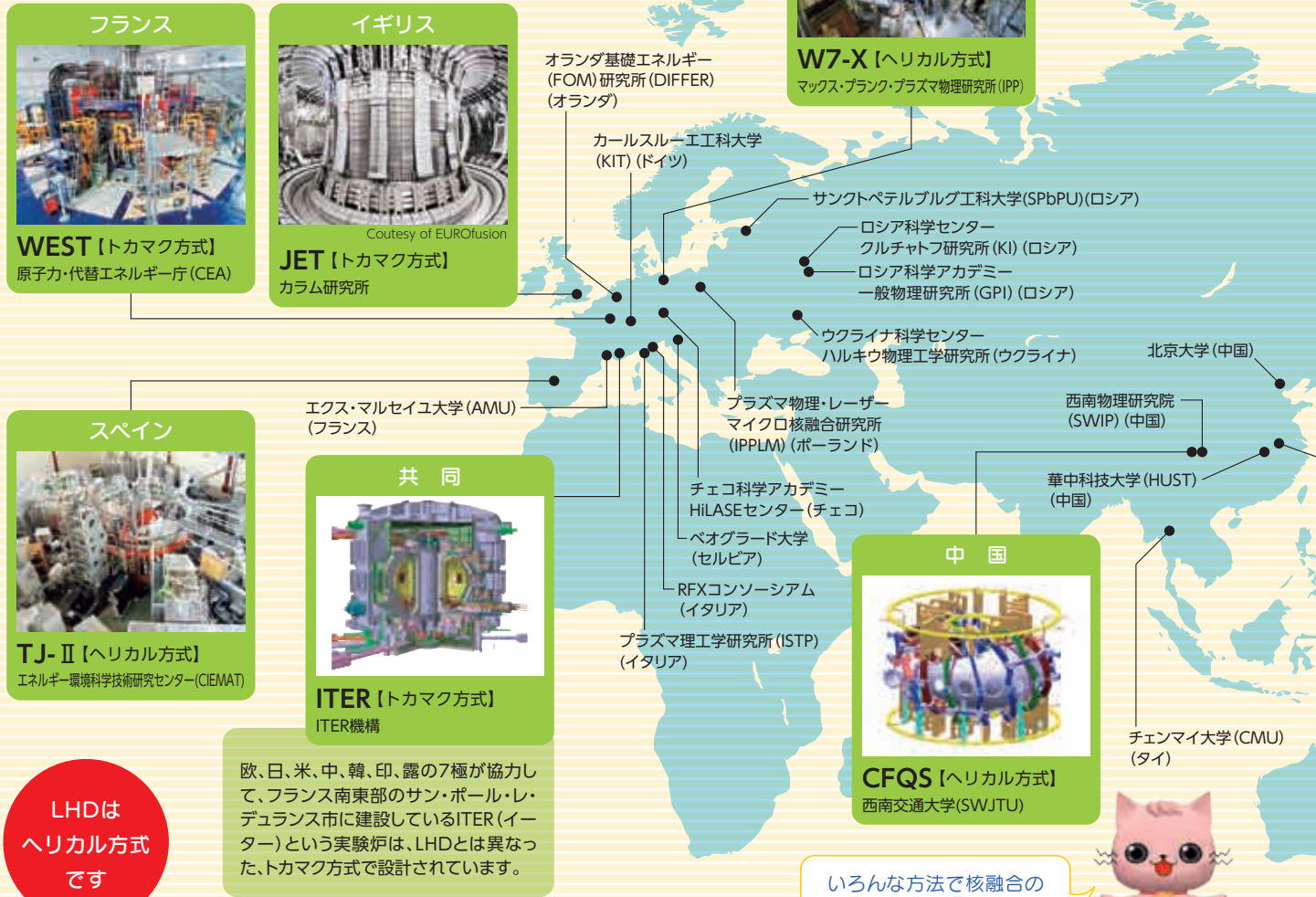
通常の状態では、原子核が単独で存在することはないため、核融合反応が起こることはありません。核融合反応を起こすには、物質の状態を原子核と電子がバラバラとなるプラズマの状態にする必要があります。

核融合科学研究所では、このプラズマについての様々な研究をしています。ただし、核融合反応を起こす実験は行っていません。



# 世界の核融合研究

核融合の研究は世界中で行われています。



LHDはヘリカル方式です

欧、日、米、中、韓、印、露の7極が協力して、フランス南東部のサン・ポール・レ・デュランズ市に建設しているITER (イーター) という実験炉は、LHDとは異なった、トカマク方式で設計されています。

いろいろな方法で核融合の実現を目指しています。



### ヘリカル方式

ポロイダルコイル  
ヘリカルコイル  
プラズマ

コイルをらせん状にひねってドーナツ型の磁場を作り、プラズマを容器に閉じ込めます。

### トカマク方式

ポロイダルコイル  
トロイダルコイル  
電流  
プラズマ

プラズマ中に電流を流すことでドーナツ型の磁場を作り、プラズマを容器に閉じ込めます。

### レーザー方式

レーザー光  
ペレット (燃料)

強力なレーザーを使って超高密度の状態を作ります。





## 日本の核融合研究

日本でも最先端の研究を行っています。

**日本**

QUEST【トカマク方式】  
九州大学応用力学研究所

**日本**

激光XII号【レーザー方式】  
大阪大学レーザー科学研究所

**日本**

Heliotron J【ヘリカル方式】  
京都大学エネルギー理工学研究所

**日本**

JT-60SA【トカマク方式】  
量子科学技術研究開発機構  
画像提供:国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

**日本**

GAMMA10/PDX【ミラー方式】  
筑波大学プラズマ研究センター



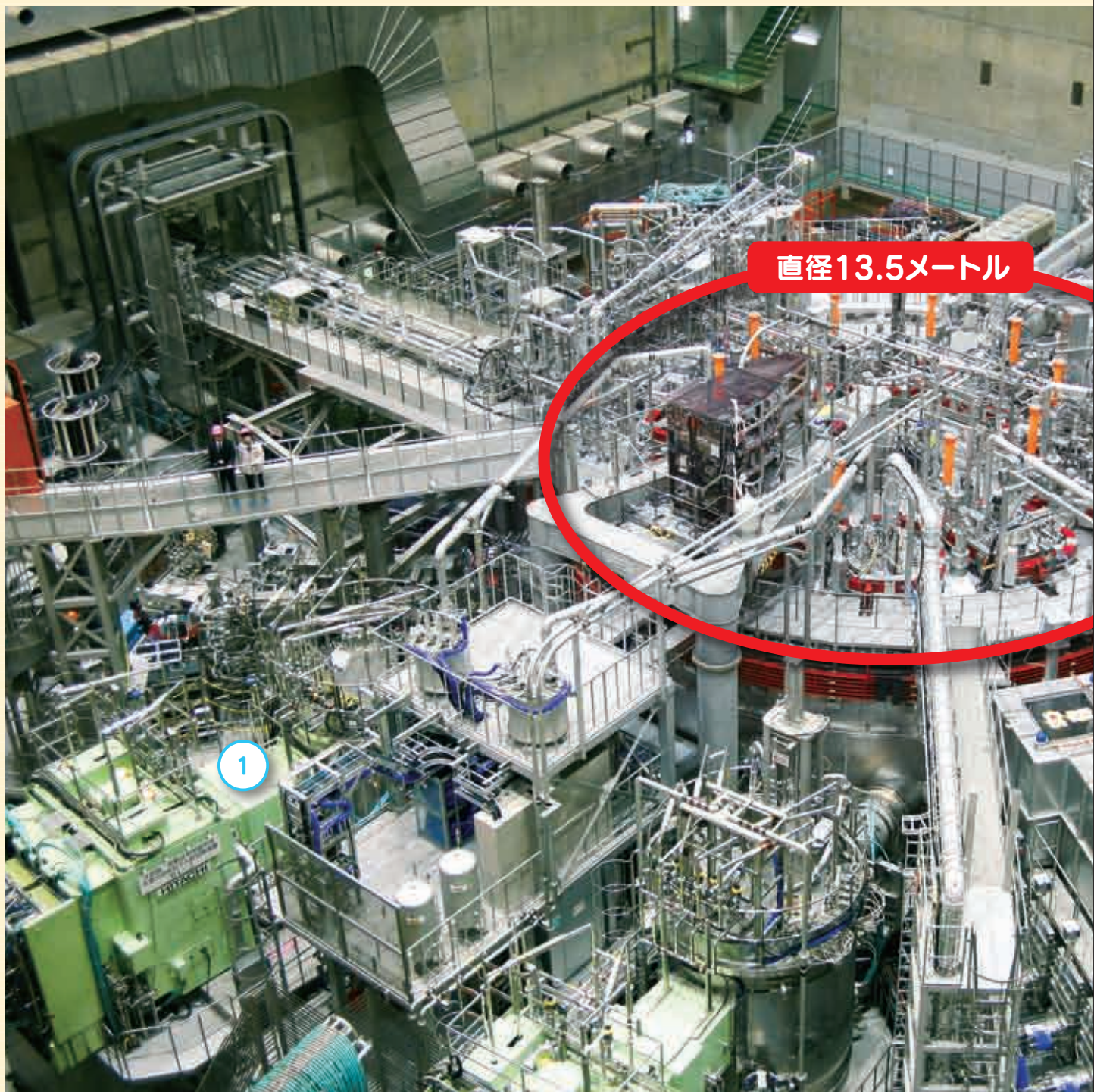


# LHD(大型ヘリカル装置)

LHDとは  
Large Helical Deviceの略です。

これは、実験室の全体写真です。

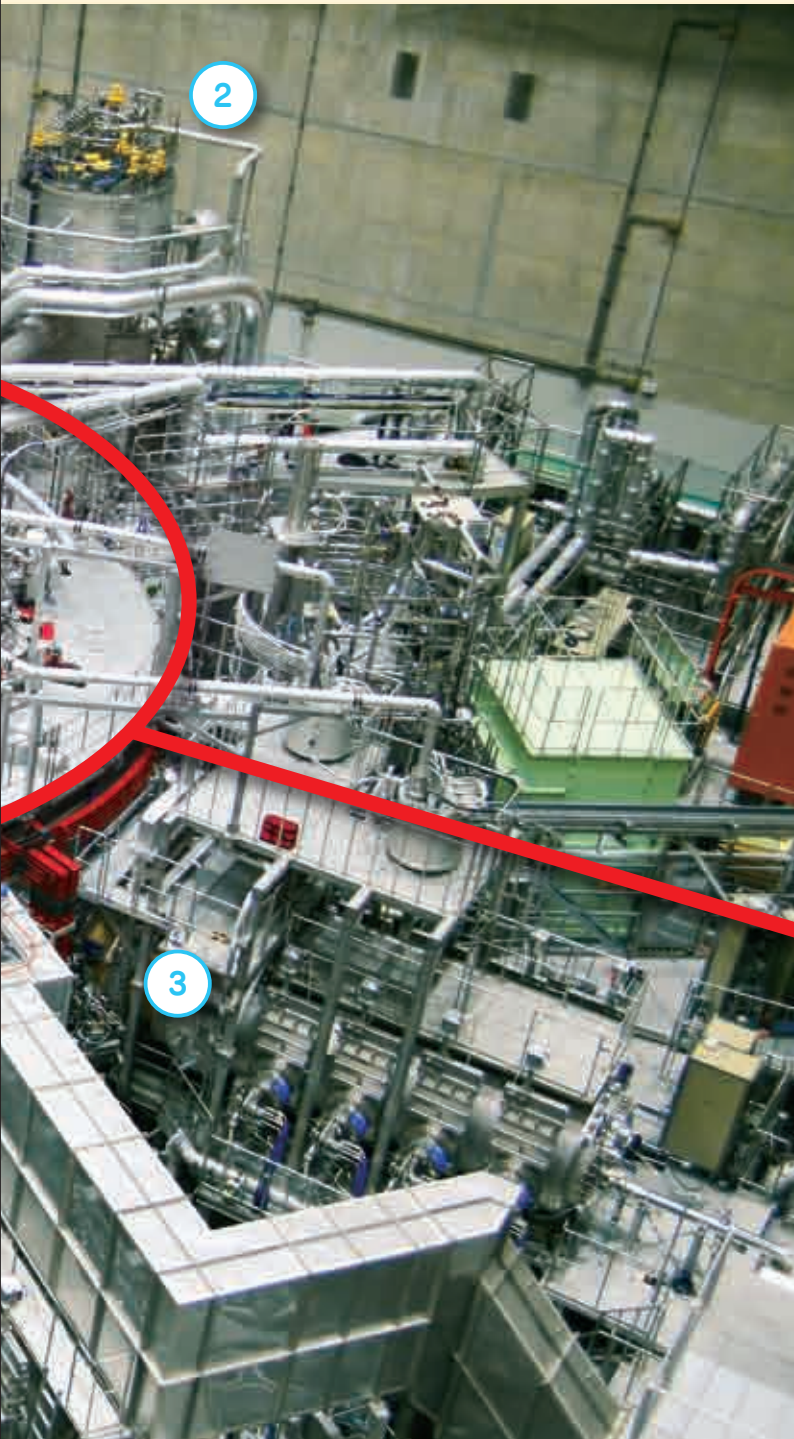
たくさんの装置がLHD本体のまわりにあることが分かります。



直径13.5メートル

1





LHD本体のまわりにある装置は主に3種類です。

1 加熱装置

2 冷却装置

3 真空排気装置

なぜ3種類の装置が必要なのでしょう？

詳しくは次のページへ

その他には計測装置などがあります。

## LHD本体

この中でプラズマを作っています。

ヘリカルとは“らせん”を意味します。

LHDは装置の中にヘリカルコイルというらせん状のコイルが巻きついてできているのが特徴です。

# それぞれの装置の役割

## 1 加熱装置

いくつも設置された加熱装置を使って、プラズマを作ったり、プラズマの温度を上げたりします。

加熱装置にはいくつかの種類があり、電子レンジのように電磁波を使うもの、ビームを入射するものがあります。

## 2 冷却装置

ヘリカルコイルには、超伝導磁石が使われています。液体ヘリウム（ $-270^{\circ}\text{C}$ ）を使って、超伝導磁石を冷やすと、電気抵抗が0になり、大きな電流を流し続けることができるため、高温のプラズマを閉じ込めるための強い磁場を長時間にわたって作ることができます。

## 3 真空排気装置

実験時のLHD本体の中では、宇宙と同じくらいの真空状態にして、プラズマを作っています。

## LHDの真空度はどれくらい？

大気圧

1気圧

圧力鍋

2気圧

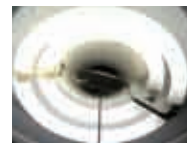
真空パック

100分の1気圧

低真空

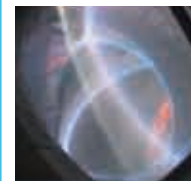
1000分の1気圧

蛍光灯  
(アルゴンガス)



中真空

100万分の1気圧



LHD  
(水素ガスを入れたとき)

高真空

100億分の1気圧

魔法瓶の断熱層



超高真空

スペースシャトルの外



LHD (水素ガスを入れる前)

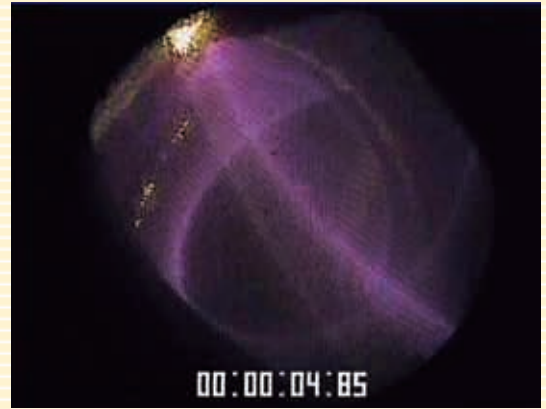


LHD本体の中は、スペースシャトルの外を超える真空状態になるんですよ。

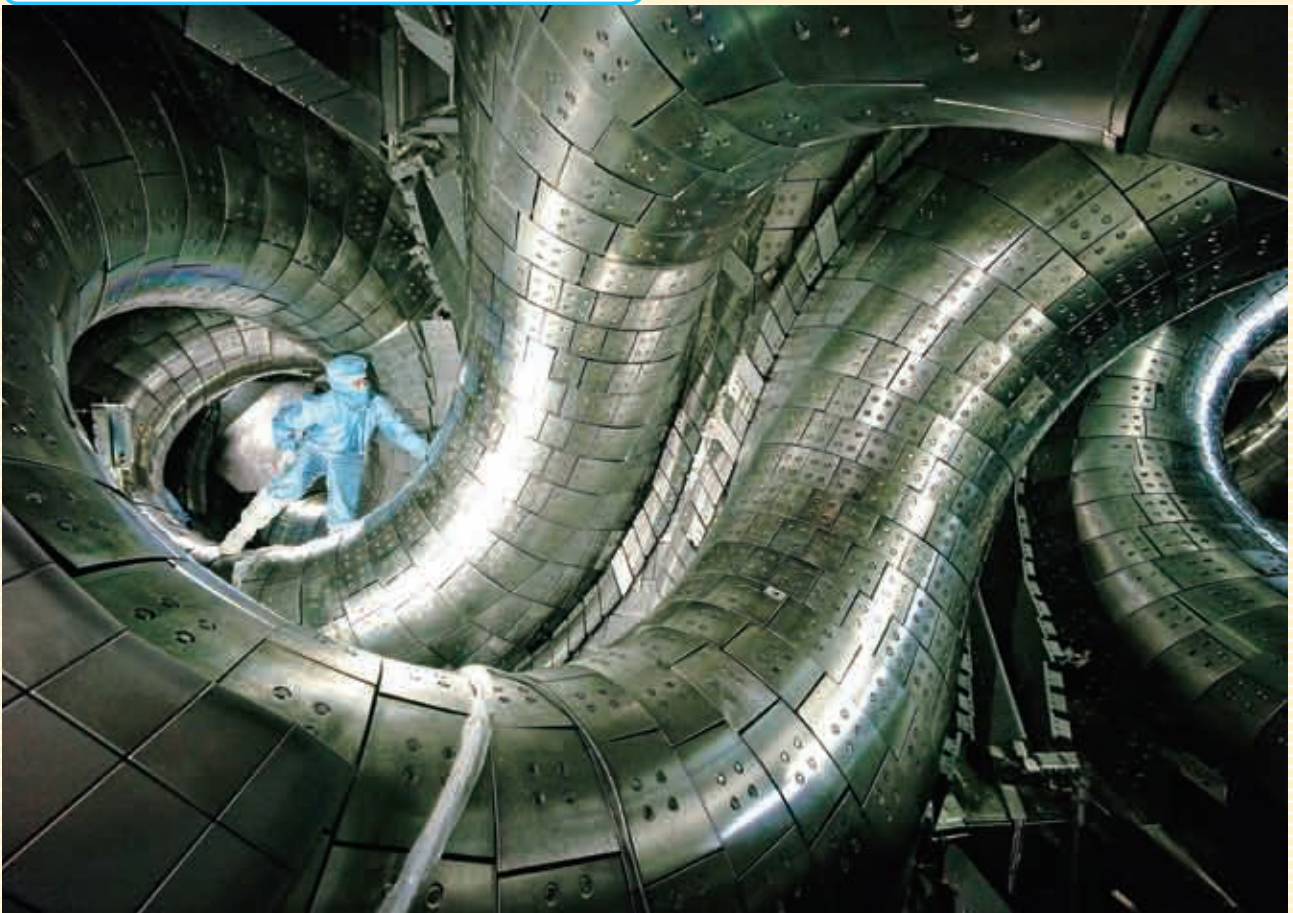


LHD では、ヘリカル型の装置としては世界で初めてイオン温度 1 億 2000 万℃を達成しました。

LHD本体の中は、このようにらせん状にねじられています。この形状がヘリカル型の特徴です。



1億2000万℃のプラズマ



LHD 本体の中は、ほとんどステンレスでできています。建設にあたり、溶接などの作業は、優れた技術を持った職人たちによって驚くほど高い精度で行われました。

なぜそれほど精密に作らなければならなかったのでしょうか？

それは、プラズマが真空状態の中でしか作れないからです。

メンテナンスの時など、人が本体の中に入ることもありますが、その際は必ず<sup>ぼうじんふく</sup>防塵服を着用します。ちりやほこり、髪の毛などが落ちると、真空状態がうまく作れなくなってしまい、高温で密度の高い、良いプラズマができなくなってしまうのです。



# 制御室

LHDがある実験室は、プラズマ実験を行っているときは扉を閉め切り、無人の状態になります。

実験は、別の建物にある制御室から、遠隔操作で行っています。





TVドラマの  
ロケ地として、  
こちらの場所で  
撮影が  
行われました。

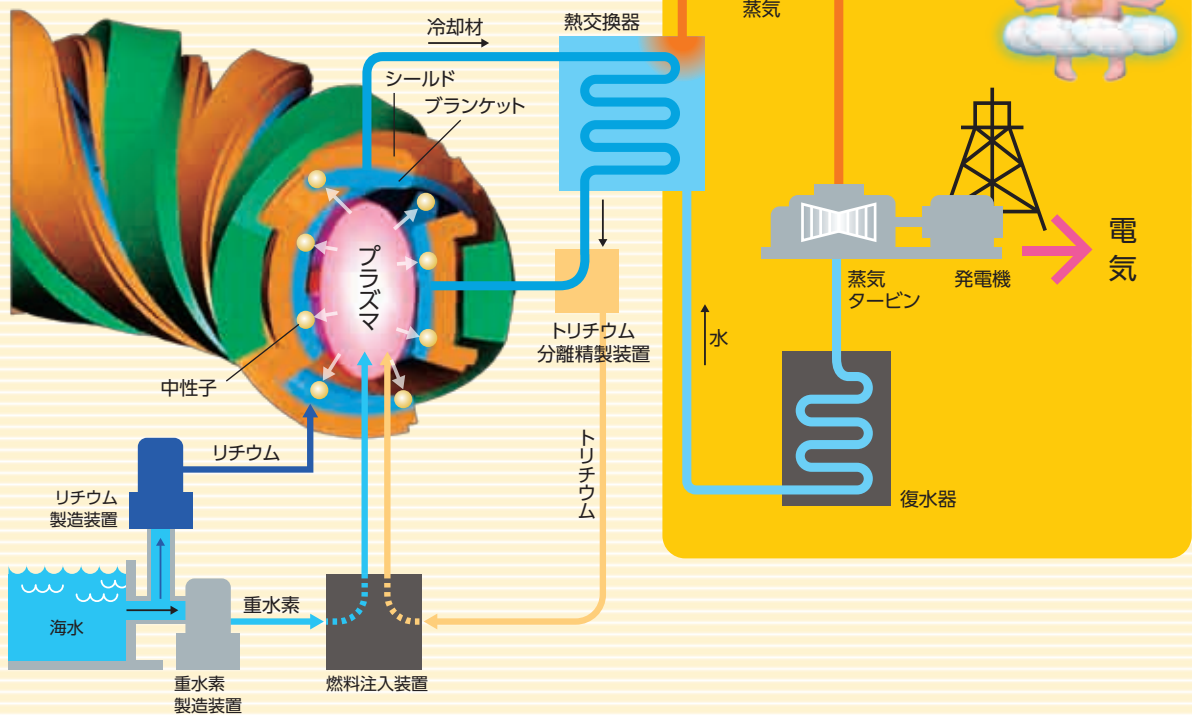


# 将来、核融合発電が実現したら …

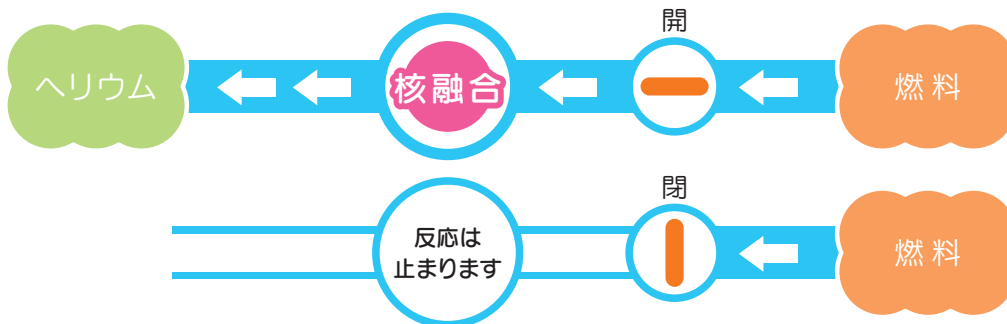
このようなしくみになります

核融合反応で発生したエネルギーを熱エネルギーに変えて水を加熱し、タービンを回して発電します。

この部分は火力発電と同じしくみです。



核融合は一度反応が開始されると、後は燃料を必要分注入するだけで発電できます。  
燃料を入れるのを止めると、すぐにプラズマが消え、それ以上は反応が進まないの、暴走することはありません。





## 核融合発電のメリット

### 1 海水からエネルギーが取り出せます ➡ 自国で燃料をまかなえます

核融合エネルギーの燃料（重水素とリチウム）は海水中に含まれています。  
海水から取り出されるほんの少しの燃料で、非常に大きなエネルギーを得ることができます。



核融合発電所 1 基あたり 100 万キロワットの電気が作れると想定されています。

### 2 CO<sub>2</sub>(二酸化炭素)を排出しません 火力発電とはちがい、温暖化への影響はありません。

### 3 暴走や爆発はしません

核融合発電は、持続可能で  
環境負荷の少ないエネルギー源です。





NATIONAL INSTITUTE for FUSION SCIENCE



大学共同利用機関法人 自然科学研究機構

# 核融合科学研究所

〒509-5292 岐阜県土岐市下石町322-6

TEL 0572-58-2222(代表) / FAX 0572-58-2601

E-mail : nifs@nifs.ac.jp URL : <https://www.nifs.ac.jp/>

→ 見学のお申し込みは広報見学担当へ TEL 0572-58-2069  
FAX 0572-58-2601



HP



Twitter



facebook



YouTube



環境にやさしい植物油インキと再生紙を使用しています

2023.08