

# 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

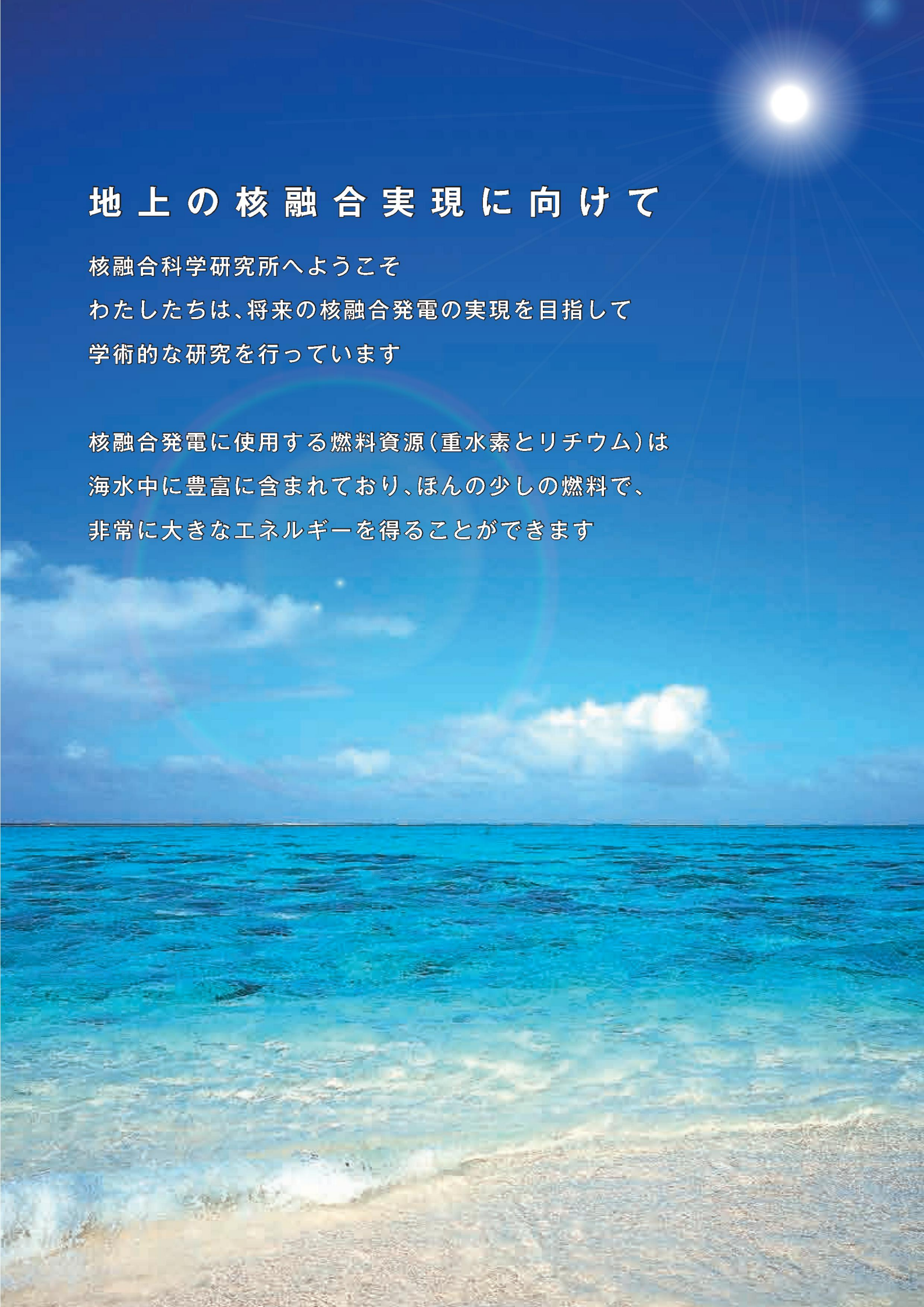
核融合科学研究所

# 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

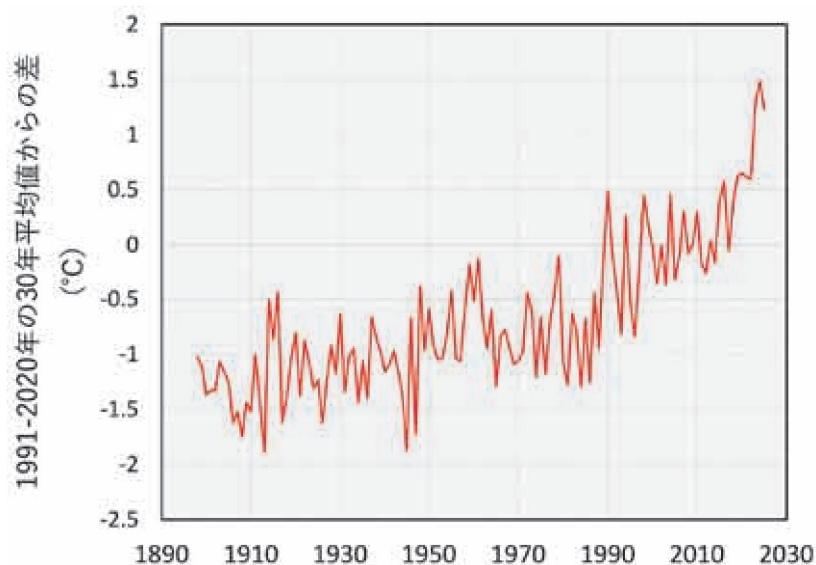
核融合発電に使用する燃料資源(重水素とリチウム)は  
海水中に豊富に含まれており、ほんの少しの燃料で、  
非常に大きなエネルギーを得ることができます



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、  
地球温暖化も私たちの生活に影響を与えています。

地球温暖化の  
原因は、  
人間活動による  
二酸化炭素などの  
排出と  
考えられているよ。

## 日本の年平均気温偏差の推移



出典：気象庁

▶ 日本の平均気温は100年あたり0.79℃の割合で上昇しています。  
特に1990年代半ば以降、高温となる年が多くなっています。



PrawnyによるPixabayからの画像



jacqueline macouによるPixabayからの画像

▶ 世界中で豪雨や干ばつなどの気象災害が起きています。  
これらも地球温暖化と関連しているようです。

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。

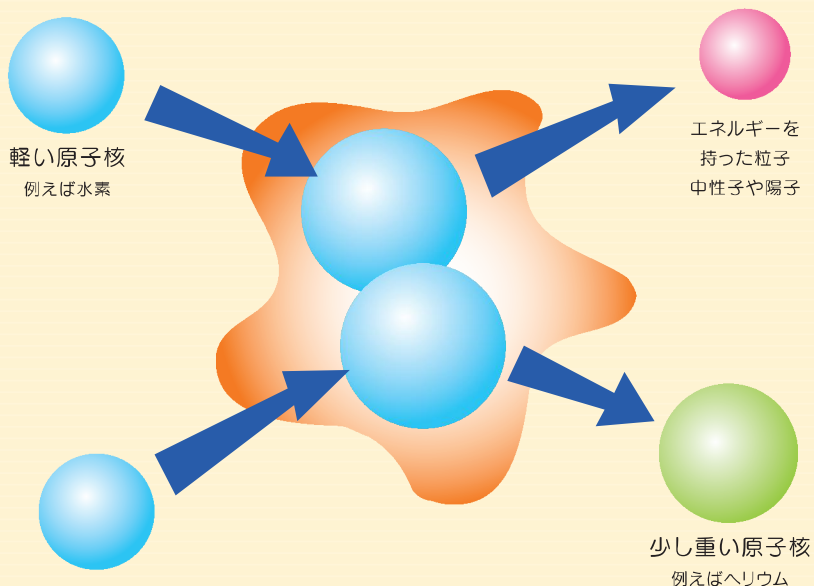
つまり、  
わたしたち人間の  
体の中にも原子核が  
たくさん存在して  
いるんですよ。



## では、核融合ってなんだろう？

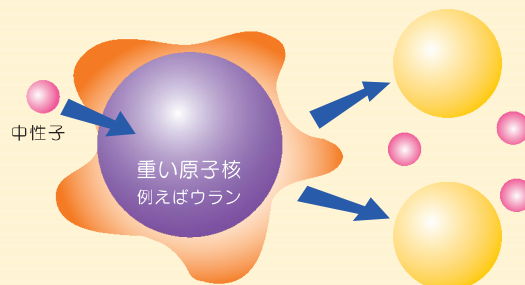
それは水素のような軽い原子の原子核同士がくっついて、別の重い原子核になることをいいます。

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

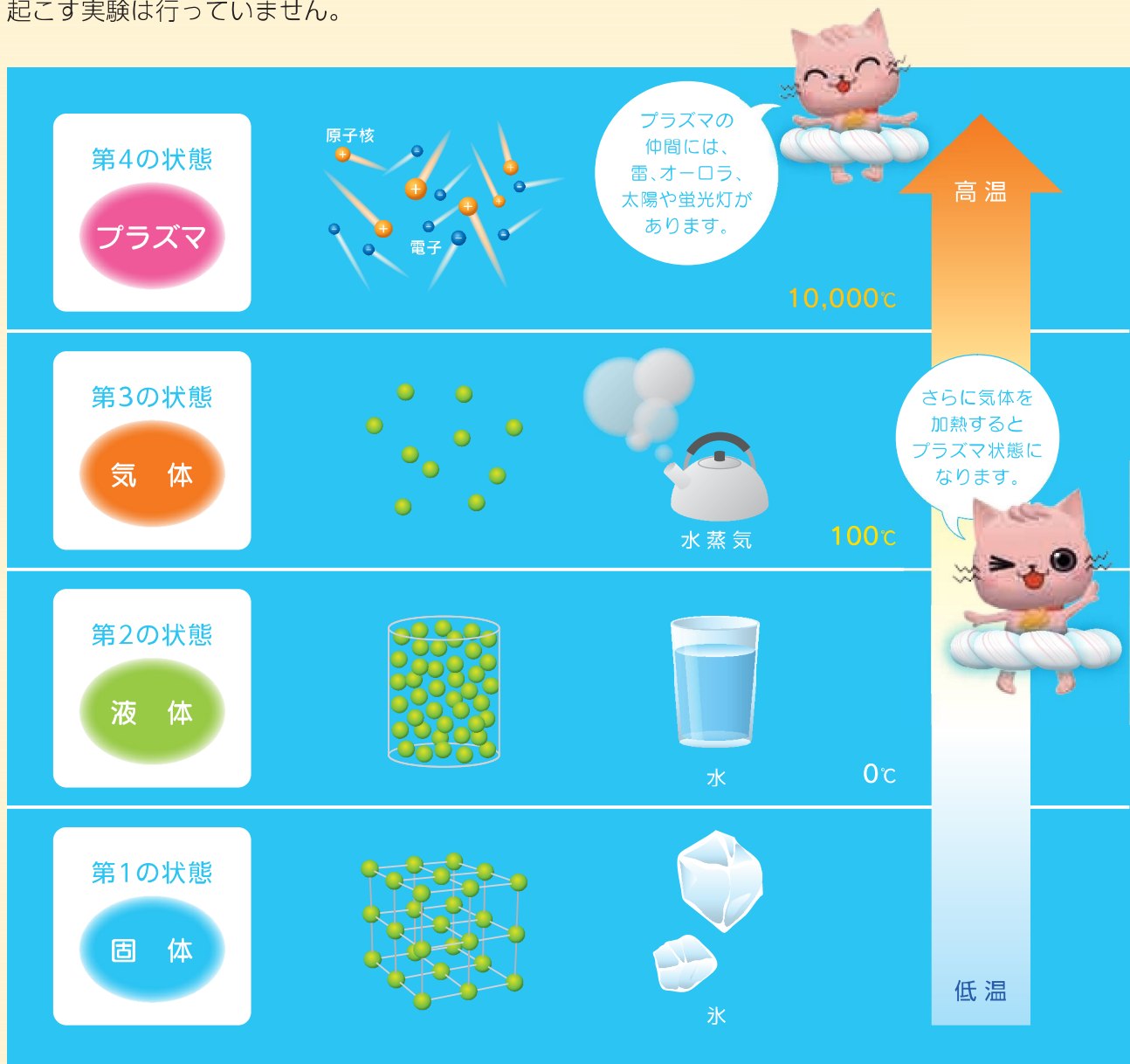


## 核融合反応を起こすには

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。

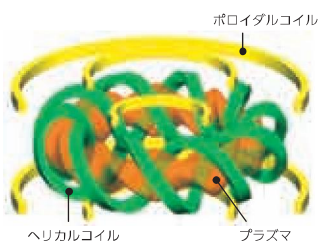


# 世界の核融合研究

核融合の研究は世界中で行われています。

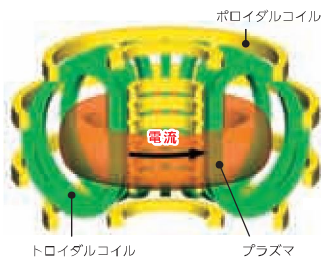


## ヘリカル方式



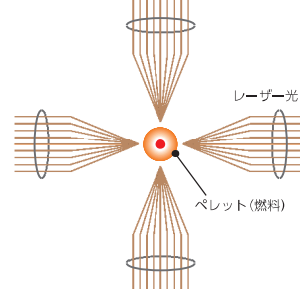
コイルをらせん状にひねってドーナツ型の磁場を作り、プラズマを容器に閉じ込めます。

## トカマク方式



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



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。

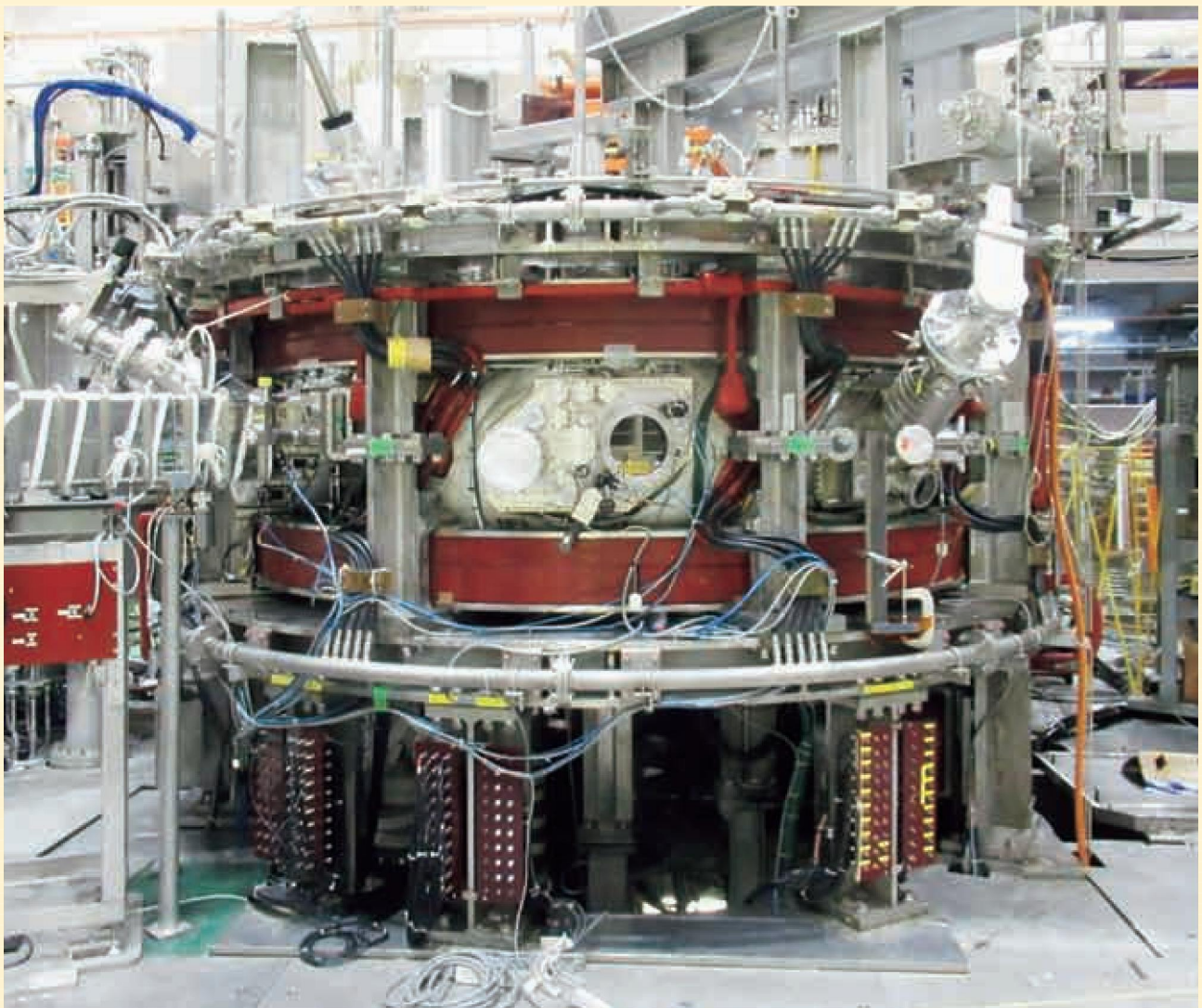


NIFS

核融合システムの小型化を目指し、核融合発電実現に向けた基礎科学をさらに発展させていきます。

**CHD** CHDとは  
Compact Helical Deviceの略です。

これは、CHDの全体写真です。



## CHDについて

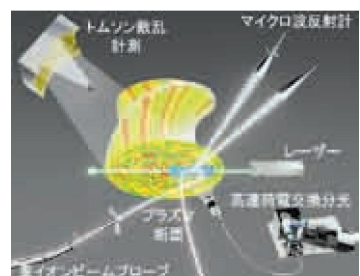
もともとあったCHSという装置をアップグレードして使います。

LHD実験での成果を活かして、CHDではさまざまな方法でプラズマを計測する実験の準備を進めています。

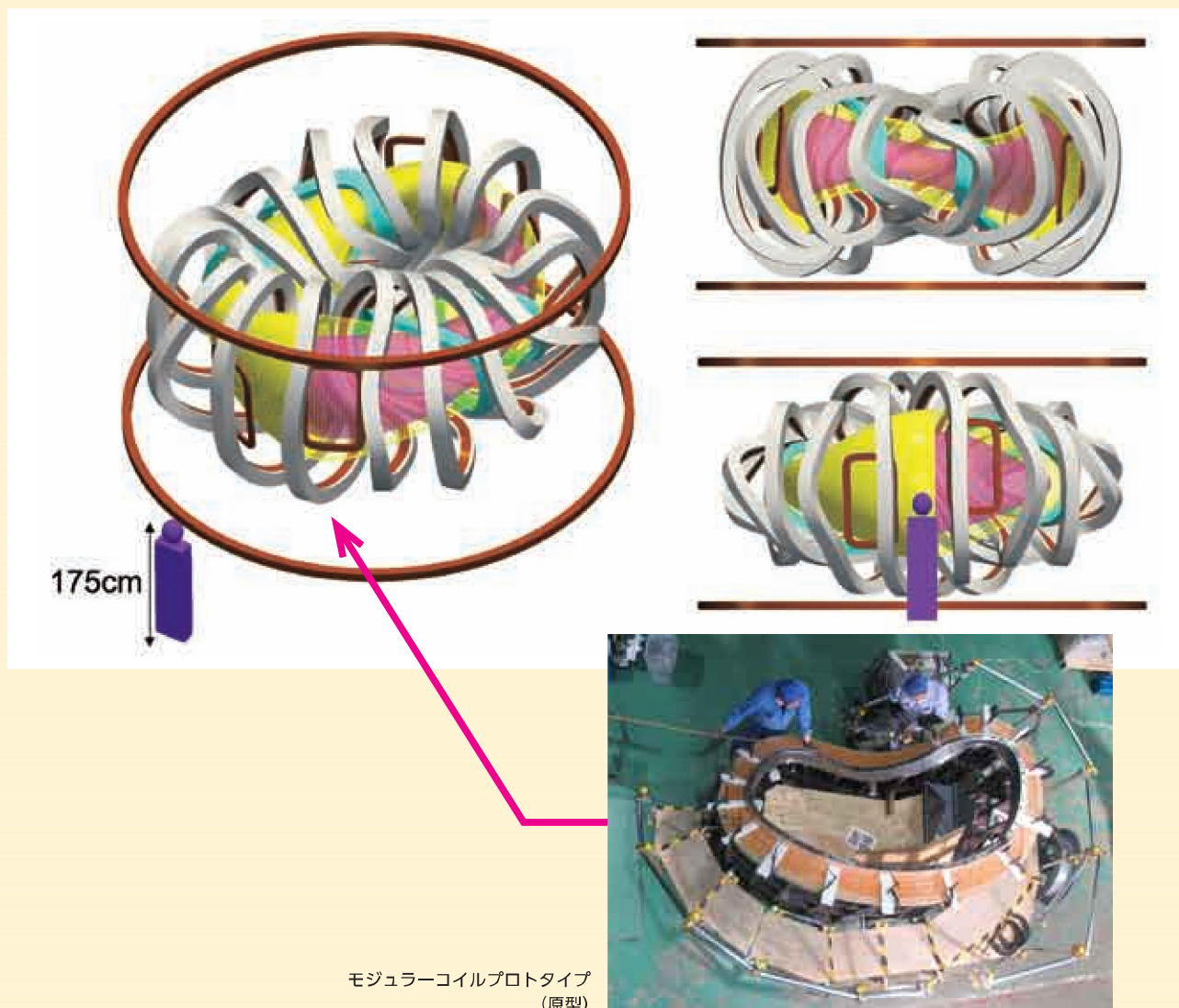
プラズマ実験は2026年度内に開始予定です。

色々な計測方法があるよ

### 高性能プラズマ計測器群



# CHD-U(計画中)



モジュラーコイルプロトタイプ  
(原型)

## CHD-Uについて

核融合発電を実用化するための大きな課題の一つが、核融合システムの小型化です。装置を小さくできれば、発電コストの低減につながります。ところが、小型化を進めると、プラズマの中で複雑な揺らぎが起こりやすくなり、突然プラズマの温度が下がることがあります。これは、飛行機が乱気流で急に大きく揺れるようなイメージです。つまり、この揺らぎを理解し、うまく抑えることが、核融合発電実現の鍵となっているのです。

**CHD-U** はより小型で使いやすい装置として設計され、建設計画が進められています。**LHD** での実験結果とともにスーパーコンピュータや AI 技術なども取り込んで、これまでにない新しいプラズマ実験を目指します。

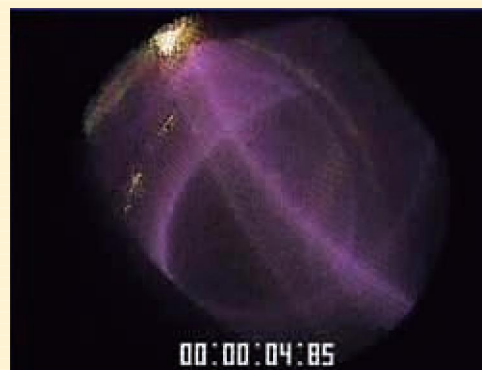
# LHD (大型ヘリカル装置)

LHDとは  
Large Helical Deviceの略です。

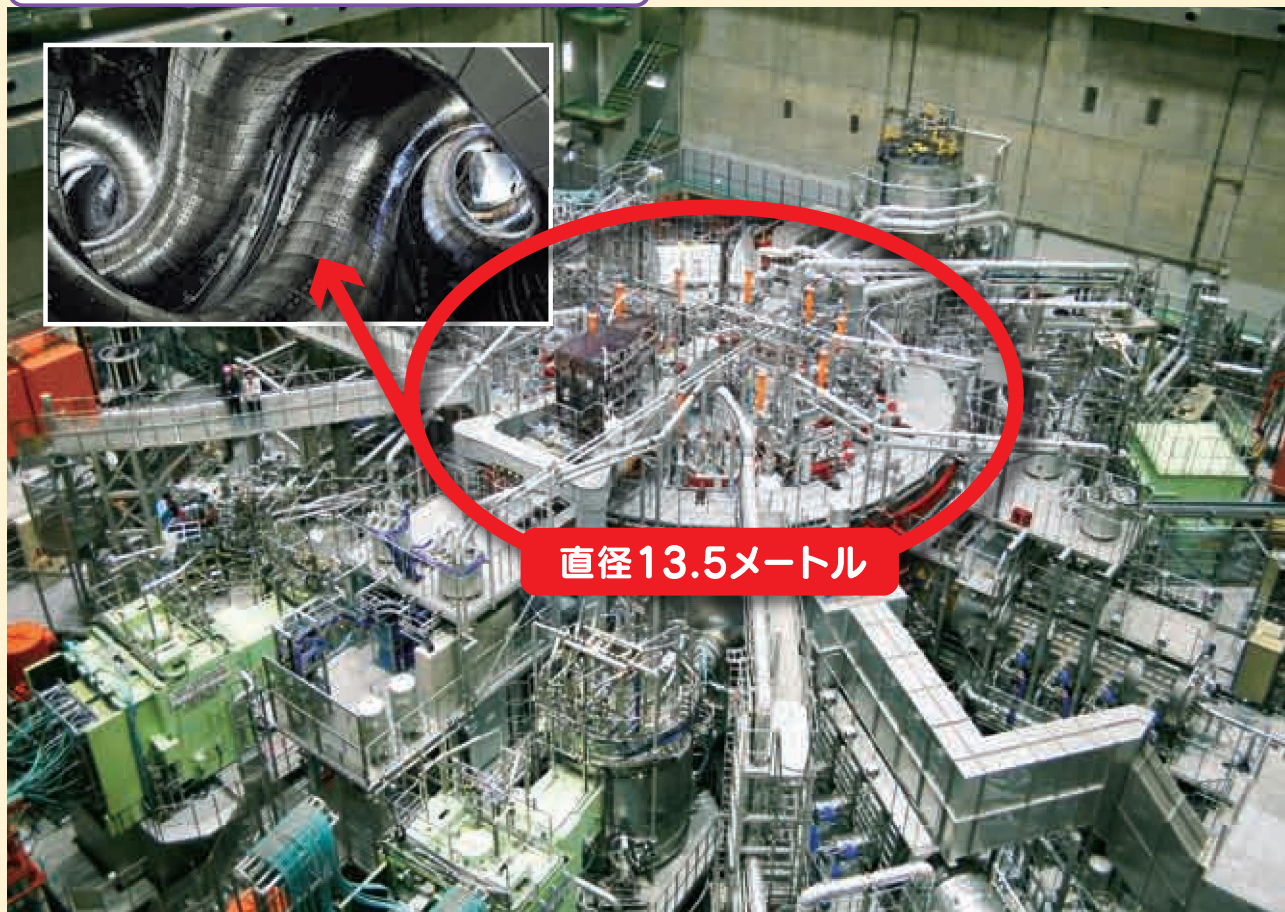
1998年に実験を開始し、2025年12月25日に実験を完遂しました。

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 は、ねじれた超伝導コイルがつくる強い磁場の力によって、プラズマを真空中に浮かせて閉じ込めています。そのため、LHD 本体や周辺機器は、磁石に引き寄せられないステンレスなどの材料で作られています。建設にあたっては、溶接などの作業が、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。

LHD の実験は完遂しましたが、そこで培われた技術や学術的成果は、これから建設される新しい装置に引き継がれ、核融合研究の発展に大きく貢献していきます。

# 周辺装置の紹介

高性能なプラズマを作るために、色々な装置を使っています。

## 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。

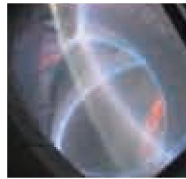
## 2 冷却装置

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した。

## LHDの真空度はどれくらい？

|                  |                                                                                                             |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 大気圧<br>1気圧       | 圧力鍋<br>2気圧                                                                                                  |
|                  | 真空パック<br>100分の1気圧                                                                                           |
| 低真空<br>1000分の1気圧 | 蛍光灯<br>(アルゴンガス)<br>      |
| 中真空<br>100万分の1気圧 | LHD<br>(水素ガスを入れたとき)<br> |
| 高真空<br>100億分の1気圧 | 魔法瓶の断熱層<br>            |
| 超高真空             | スペースシャトルの外<br>         |
|                  | 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。

# 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した。



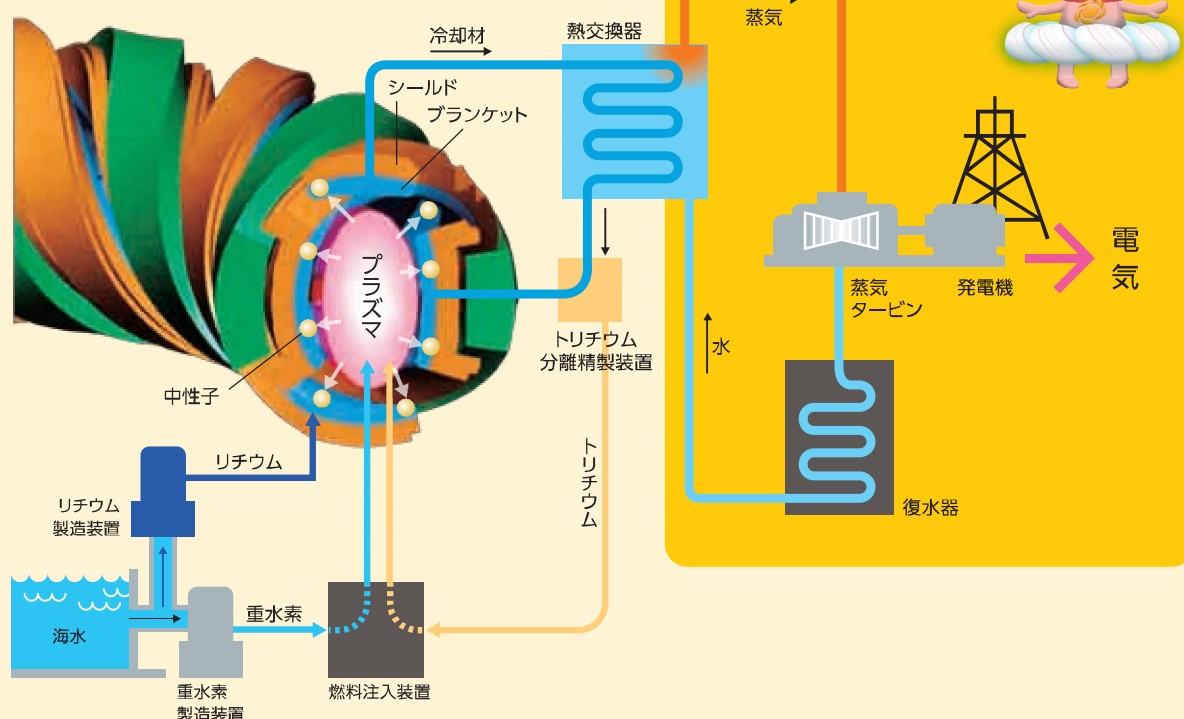
TVドラマの  
ロケ地として、  
こちらの場所で  
撮影が  
行われました。



# 将来、核融合発電が実現したら …

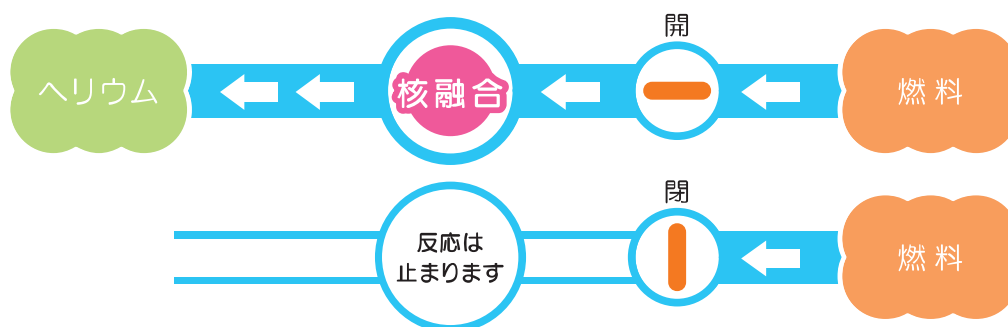
## このようなしくみになります

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。



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で、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。



水3リットル分  
重水素 0.1g



スマートフォンの電池3個分  
リチウム 0.3g



日本の1人当たりの  
年間電気使用量を発電  
(7,500キロワット時)

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



X



facebook



YouTube

FSC



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

2026.03