



## あしたの地球 テラ・ストーリー

地球温暖化、異常気象、食料危機、資源枯渇と、地球は多くの問題を抱えているよね  
いま、ぼくたちのできることを考えてみよう

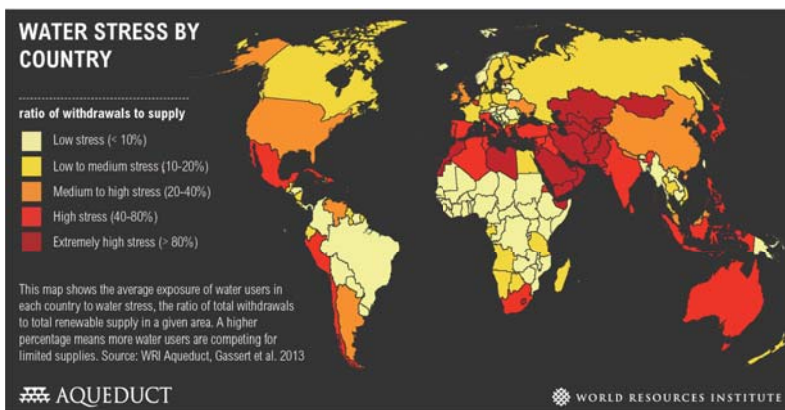
**あなたは感じていますか？「水ストレス」  
～日常生活がもたらす水不足～**

先月まで横浜市で開催されていた国連の「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」が、新しい報告書を公表しました。その中で、干ばつや豪雨などの異常気象によって、途上国では多くの人が移住を余儀なくされ、その結果、貧困や経済危機が助長され、内戦や暴力が発生するリスクが増える指摘をしています。

一方、ワシントンにある世界資源研究所（WRI）は、昨年十二月、世界の三七カ国がすでに「極めて高いレベルの水ストレス」状態に直面していると発表しました。「水ストレス」というのは、水に関して不便を感じている状態を言います。そして「極めて高いレベル」とは、八〇％以上の人が水を十分に利用できず、深刻な水不足になっていることを指しています。どのような国か地図で見ましょう。濃い赤（エンジン）色で塗られた国ですが、やっぱり紛争が起きている国が多いですね。

日本はどうでしょうか？あれっ！「高いレベルの水ストレス」状態の赤色になっています。私たちは水に関して特に不便を感じてはいないのに、何かの間違ひではないでしょうか？実はこの評価には、水の使用量に海外からの輸入分も含まれているんです。だからといって「輸入した水を飲んだ」ということではありません。ここには輸入された農作物の生産や畜産に使われた水（「仮想水」とも言います）が含まれているのです。驚くべきことに、牛丼の並盛り一杯には、なんと風呂桶一〇杯分に相当する約二トンの仮想水が使われています。ちなみに日本の仮想水使用量は世界最大で、国内の農業用水量を超えています。そして、その半分は米国から輸入しているのです。

私たちは普段の生活の中で「水ストレス」を感じていないので、地球温暖化や干ばつがもたらす水不足の問題は遠い地域の出来事と思っていまいませんか？でも、先進国で最初に気候変動による水不足の影響を受けるのは、実は日本かもしれません。



参考：World Resources Institute の HP: <http://www.wri.org/>  
朝日新聞 GLOBE 4月6日版

## Fusion フェスタ in Tokyo 2014 ～核融合！未来を創るエネルギー～

最近の進展の著しい核融合研究について広く知ってもらうため、5月3日（土・祝）に東京お台場の日本科学未来館で科学イベントを開催します。講演会やパネル・模型展示に加えて、科学実験や科学工作教室など、楽しみながら科学や核融合が身近に感じられるイベントをたくさん用意しています。講演会では、東京大学の鈴木洋一郎教授をお迎えし、特別講演「太陽、ニュートリノ、そしてダークマター」を企画しました。皆様のお越しをお待ちしています。

詳細は <http://www.nifs.ac.jp/welcome/tokyo2014/> まで



自然科学研究機構 核融合科学研究所（総合研究大学院大学 核融合科学専攻）  
住所 〒509-5292 土岐市下石町 電話 0572-58-2222 見学も随時受け付けています  
ホームページ <http://www.nifs.ac.jp/> メール [nifs@nifs.ac.jp](mailto:nifs@nifs.ac.jp)  
「プラズマくんだより」のバックナンバーは [http://www.nifs.ac.jp/plasmakun\\_news/](http://www.nifs.ac.jp/plasmakun_news/) でご覧いただけます



研究所で咲いたアーモンドの花

核融合科学研究所は三月三十一日に記者会見を開催して、研究所が将来の核融合エネルギーの実現を目指して推進している三つの研究プロジェクト（大型ヘリカル装置（LHD）計画、数値実験炉研究、核融合工学研究）について、平成二五年度に得られた研究成果を発表しました。

LHDでは、最終目標の一億二〇〇〇万度にせまる九四〇〇万度のイオン温度を達成しました。数値実験炉研究では、核融合炉内壁の候補材料金属であるタンダステンにプラズマ粒子が当たったときの複雑な現象を、コンピュータシミュレーションにより再現するこ



成果報告会の様子

これらの研究成果の詳細は、全国の研究者が集まって四月二日～四日に開催された成果報告会で報告され、その内容について熱心な議論が行われました。

とに成功しました。核融合工学研究では、高温超伝導線材を用いて、世界最大となる一〇万アンペアの電流を流すことに成功しました。

核融合発電の実現へ向けて研究がさらに進展！  
世界をリードする研究成果を報告！

4  
No.37

2014



## ナウ LHD NOW

2,000 万度を超える超高温プラズマを 48 分間保持  
—LHD の優れた長時間運転性能を示す—

大型ヘリカル装置（LHD）は、ヘリカル方式という日本独自のアイデアによる先進的な高温プラズマ生成装置です。ロシア（旧ソ連）生まれのトカマク方式では、すでに数億度の温度を達成して、プラズマ性能ではヘリカル方式に先行していますが、長くても数分間でプラズマが消えてしまうため、このままでは核融合発電には適しません。それに比べてヘリカル方式は、「長時間」、高温のプラズマを保持できる仕組みを備えています。そこでLHDは、核融合発電に必要な連続運転を実際に示すため、1時間という長時間にわたって高温プラズマを作ることを1つの使命（ミッション）として、当時最先端技術であった超伝導電磁石をプラズマ閉じ込めの磁場コイルに採用しました。

昨年度のLHD実験では、12月25日に『2,300万度のプラズマを48分間保持』することに成功しました。これは従来LHDが持っていた記録を大幅に上回る文句なしの世界最高記録です。長時間にわたって高温プラズマを維持するためには、プラズマの密度や温度を一定に保つことが必要です。プラズマは結構デリケートなので、これらのちょっとした変化でプラズマは消えてしまいます。そのため、プラズマの元となる水素ガスの供給装置やプラズマの加熱装置を精密にフィードバック制御できるようにして、密度が減ってきたら外部からガスを入れる、温度が下がってきたら加熱量を増やすといった制御をして、連続的な高温プラズマの保持に成功しました。

上の図は47分を超えたときのプラズマの画像です（タイマーが47分39秒を指しています）。このプラズマは、48分間、まるで蛍光灯のように安定して点いていました。この後、壁から不純物が入ったため、プラズマは消えてしまいました。もっと長い時間にわたってプラズマを維持するためには、不純物が入らない工夫を研究する課題に、今後取り組む必要があります。

このようにLHDの実験で、将来の核融合発電所の最適な運転方法が次々と明らかになっています。



48分間保持されたプラズマの画像



## さんぽみち

研究所の中や周りの自然を紹介するね  
いろいろな生き物が暮らしているんだよ



研究所の芝生でニホンタンポポが咲きました。最近、帰化種のセイヨウタンポポやブタナが勢力を延ばし、在来のニホンタンポポを見つけるのが難しくなりました。でも、よく探したら見つかりました。



基づき、昨年度のLHD実験では、イオン温度を9,400万度まで高めることに成功しています。

## プラズマにゅーす

独自に開発した加熱装置で超高イオン温度を達成！  
— 3名の研究者が文部科学大臣から表彰 —

本研究所の金子修教授（副所長）、竹入康彦教授（実験統括主幹）、長壁正樹教授が、「先進的加熱技法による核融合を見通す超高イオン温度化の研究」により、平成26年度科学技術分野の文部科学大臣表彰を受賞しました。核融合発電の実現には、磁場に閉じ込めたプラズマ中のイオンを1億2千万度を超える超高温に加熱する必要があります。本研究では、大型ヘリカル装置（LHD）において、独自に開発した世界最大の大電流ビーム源により有効にイオンを加熱する技法を確立し、核融合発電の実現への見通しを与えたことが高く評価されました。この成果に



## ふゅーじょんープラズマ・核融合ミニミニ辞典ー

スペインのヘリカル型装置で行うLHDチームによる実験  
—国際共同研究で進める核融合研究—

核融合の研究は多くの国や地域で行われています。スペインでは、大型ヘリカル装置（LHD）と同じヘリカル方式のTJ-IIという装置を使って、高温プラズマの研究が進められています。そのため、研究者の交流も活発に行われています。LHDとTJ-IIの間で進められている国際共同研究について紹介します。

スペイン国立エネルギー環境・技術中央研究所（CIEMAT）では、将来の核融合発電の基礎となるプラズマ物理の研究や、材料開発・超伝導などの工学研究が行われています。CIEMATは、スペインの首都マドリッド（人口324万人）の西部に位置する複数の大学が集まったマドリッド学園都市地区の中にあります。ここにはTJ-IIというヘリカル方式の高温プラズマ実験装置があり、LHDよりも1年早い1997年から実験が行われています。

TJ-IIは、ドーナツ型のプラズマの直径が3mとLHDの約半分で、プラズマの体積は30分の1程度の大きさです。LHDと同じように、プラズマの外側に配置した電磁石のコイルでプラズマを閉じ込める磁力線のカゴをつくるヘリカル方式ですが、コイルの形状と配置に特徴があります。TJ-IIでは図1に示すように、プラズマを取り巻く青色のコイルの位置が上下にうねりながらドーナツ状に配置されています、そのため、このコイルの作る磁力線のカゴに閉じ込められたプラズマも、図の赤紫色に示されているように、上下にうねった3次元的なドーナツ形状となっています。

このように、LHDとTJ-IIは大きさもプラズマの形状も異なりますが、同じヘリカル方式として、双方の実験結果を比較・検討することにより、核融合を目指した高温プラズマの理解を深めることができるため、活発な共同研究が進められています。毎年、核融合研から研究者がCIEMATを訪問して実験を行い、得られた成果が論文にまとめられています。この3月にも、写真に示すように、TJ-IIで共同実験が行われました。また、CIEMATの研究者も核融合研を訪れ、共同実験を行っています。

このような国際共同研究を通して、世界の研究仲間たちと一緒に核融合エネルギーの実現を目指して研究を進めています。

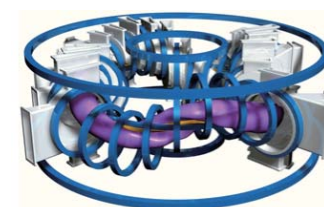


図1 （上） TJ-IIの磁場コイル（青）とプラズマ（赤紫）、（下） TJ-IIの外観



図2 共同研究者とTJ-IIの前で記念撮影

## クイズ DE プラズマ博士

LHDと同じヘリカル型プラズマ実験装置 TJ-II がある国はどこですか？

- A イタリア
- B スペイン
- C フランス

正解者の中から抽選で10名様にプラズマくんグッズ（携帯うちわnew、タオルハンカチ、シャープペンシル、ストラップ）をプレゼントします。解答、お名前、ご住所、よろしければ記事に対するご意見・ご感想もご記入の上、メールまたはハガキ（広報室宛）にてご応募ください。

送付先:nifs@nifs.ac.jp（締切5月31日）

（正解は次号とホームページ上で）

2月号の正解は「C 超伝導（ちょうでんどう）」でした。たくさんのご応募ありがとうございました。