

共同研究

基盤施設型共同研究

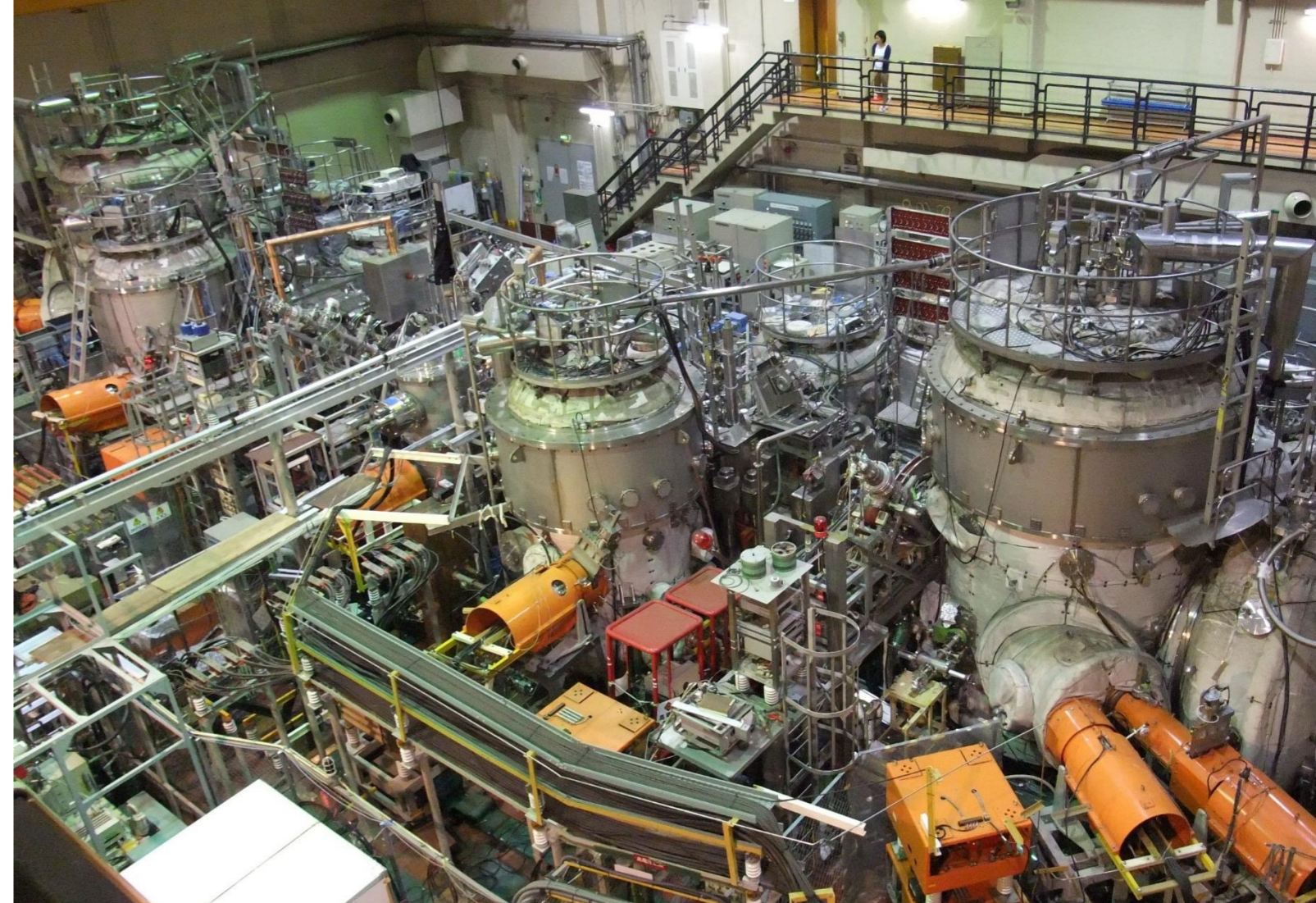
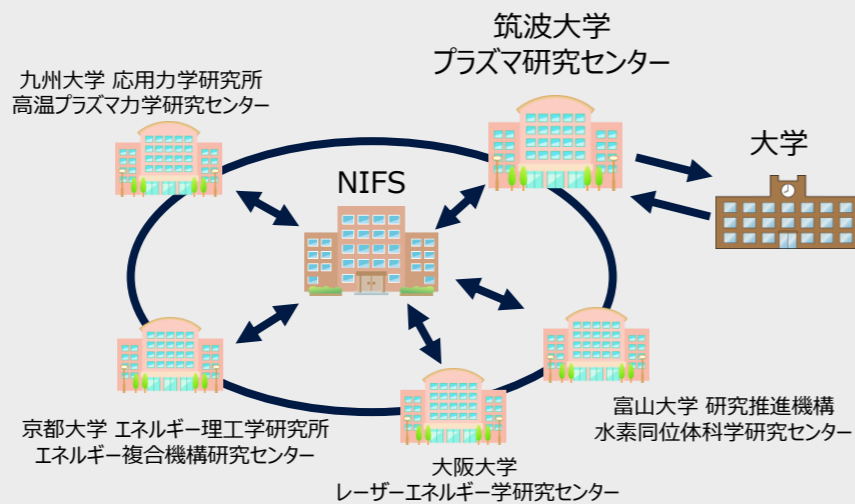
各センターと核融合科学研究所（NIFS）間相互、及び他大学から各センターへの参加により行う共同研究です。

国内共同研究先

核融合研、量研機構、北海道大、東北大、山形大、東京大、慶応大、信州大、静岡大、中部大、東海国立大学機構（名古屋大）、福井大、京都大、大阪公立大、神戸大、九州大、民間企業など

国際共同研究先

Euratom-FZJ（ドイツ）など



教育

本センターでは、教職員約20名のもと、学類卒研生、大学院生合わせて約45名が在籍し、研究活動を行なっています。センターには、以下の学類および専攻に所属する学生が配属されます。

理工学群

物理学類 (<https://www.butsumi.tsukuba.ac.jp>)
応用理工学類 (<https://www.oyoriko.tsukuba.ac.jp>)

数理物質科学研究群 博士前期課程/後期課程

物理学学位プログラム (<https://grad.physics.tsukuba.ac.jp/>)
応用理工学学位プログラム 電子・物理工学サブプログラム (<https://applphys.bk.tsukuba.ac.jp>)



Join us to create the energy of the future!

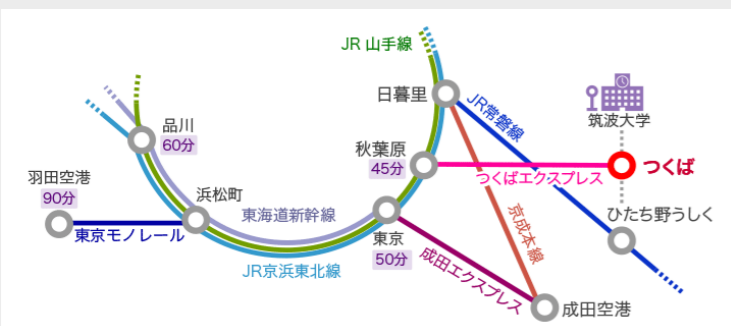
センターで学びたい方へ

各学類、専攻の入試情報は本学入学案内 (<https://www.tsukuba.ac.jp/admission/>)をご覧ください。

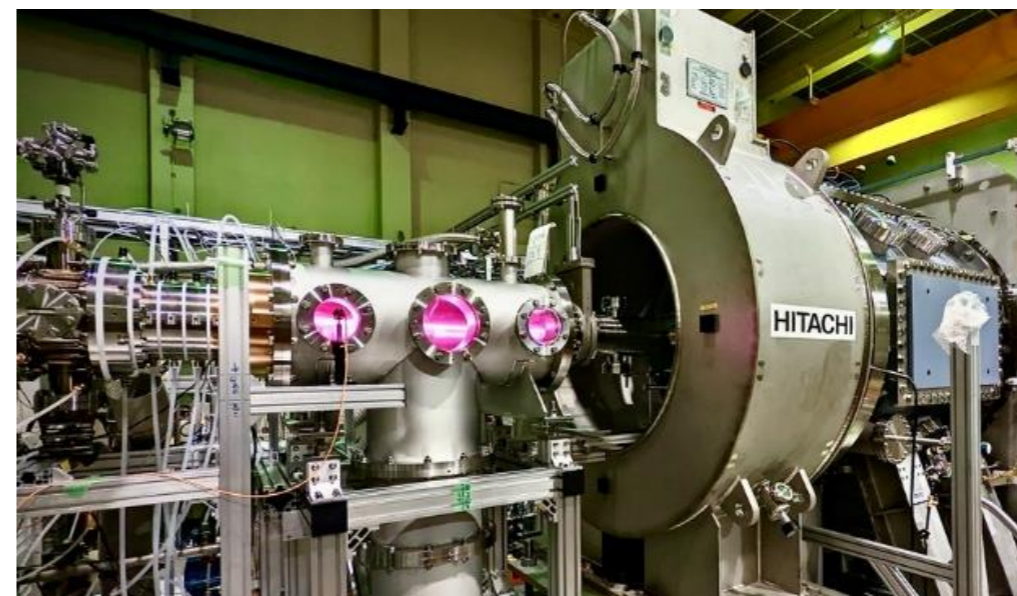
アクセス

〒305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1 Tel: 029-853-7463 Fax: 029-853-6202

つくばセンター（TXつくば駅）6番バスのりば
筑波大学循環右回り「第三エリア前」



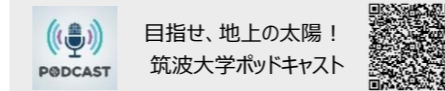
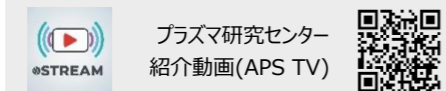
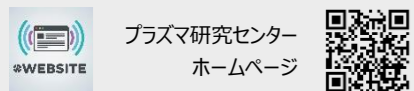
筑波大学 プラズマ研究センター PLASMA RESEARCH CENTER, UNIVERSITY OF TSUKUBA Challenge for Fusion Energy!



上：世界最大のタンデムミラー型装置GAMMA 10/PDX

左下：超伝導ミラー型装置Pilot GAMMA PDX-SC

右下：世界最高性能のジャイロトロン



地上の太陽の実現へ

筑波大学プラズマ研究センターは、地上で太陽と同じ**核融合反応による発電**を実現することを目指し、エネルギー問題や地球温暖化の解決に貢献する研究拠点です。1979年に設立され、東京教育大学時代から脈々と受け継がれてきた磁場ミラー型閉じ込め方式を基盤に研究を進めています。センターの中核装置である全長27mの**タンデムミラー装置「GAMMA 10/PDX」**は世界最大級で、高性能マイクロ波加熱や高出力ジャイロトロンを開発を通じて、1億度以上の高温プラズマの生成・制御研究で世界をリードしています。さらに、実用炉に直結する研究を加速するため、新たに**超伝導コイルを用いたミラー型装置（Pilot GAMMA PDX-SC）**の建設にも取り組んでいます。

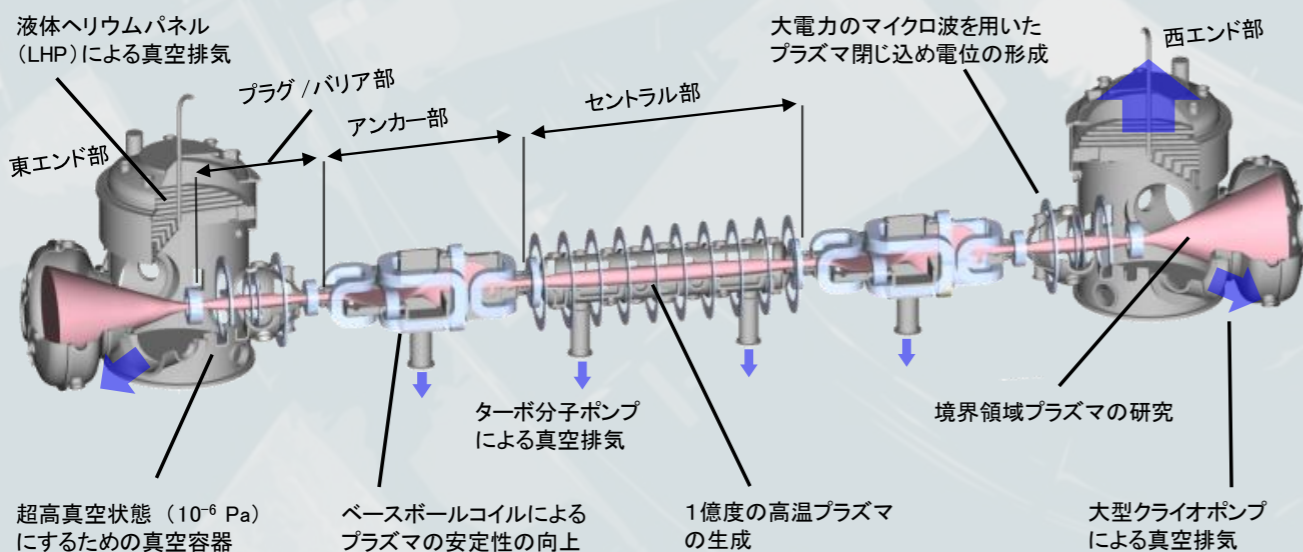
核融合反応と熱核融合炉

核融合反応は、軽い原子核同士が融合してより重い原子核になる過程で莫大なエネルギーが放出される現象です。例えば、重水素(D)と三重水素(T)の融合反応(DT反応)では、ヘリウムと中性子が生成され、**燃料1g当たり石油約8トン分に相当するエネルギー**が得られます。この反応を維持するには燃料を約1億度の高温プラズマ状態に保つ必要があり、そうした発電炉の概念を**熱核融合炉**と呼びます。



タンデムミラー装置 GAMMA 10/PDX

GAMMA 10/PDXは、全長27mにおよぶ**世界最大規模のタンデムミラー型プラズマ閉じ込め装置**で、プラズマ閉じ込め用の多数の磁場コイル（最大3テスラ）を備えています。この装置では、**数億度に達する高温プラズマ（コア）**と、そのプラズマを受け止める壁材との共存を実現するため、境界領域プラズマの生成・制御実験に挑戦しています。特に、境界領域プラズマを模擬する「**高熱流プラズマ**」を生成し、プラズマ-壁・ガス相互作用を調べることで、コアと壁の両立に必要な物理・技術課題に取り組んでいます。



研究内容と成果

核融合には、数億度の高温プラズマ（コア）とそれを受け止める壁の両立が欠かせません。そのカギとなるのが、コアと壁の間にある「**境界プラズマ**」の制御です。GAMMA 10/PDXでは、この境界を模擬する**高熱流プラズマ**を作り、壁やガスとの相互作用や材料の研究を進め、コアと壁の共存をめざしています。

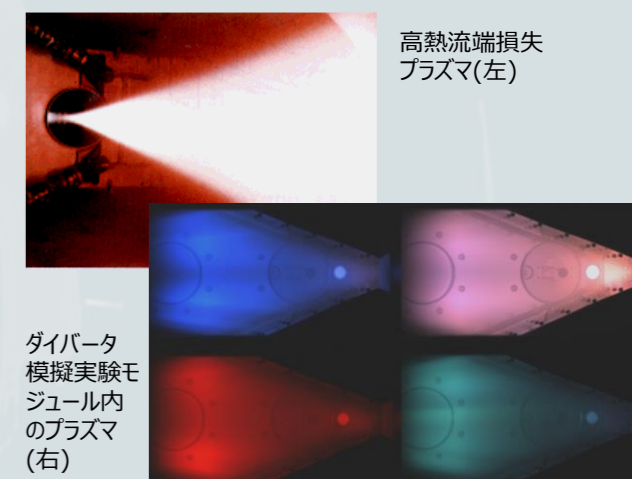
高性能プラズマ生成・加熱研究開発

電磁波（イオンサイクロトロン共鳴加熱）や高出力中性粒子ビーム注入などによってプラズマを加熱し、中心部で**1億度を超えるイオン温度**の達成に成功しています。また、世界最高性能の大出力マイクロ波発振管（**ジャイロトロン**）開発を通じて、電子・イオン温度の向上だけでなく、境界/ダイバータプラズマの制御につながる成果も得られています。開発したジャイロトロンはGAMMA 10/PDXだけでなく、国内外の他の大型核融合装置（LHD、QUESTなど）でも利用されています。



高熱粒子束プラズマの物理的理解とその制御

GAMMA 10/PDXの開放端磁場配位は、核融合炉の境界プラズマに似た構造を持つことから、端損失する**高熱流プラズマ**を用いた**ダイバータ模擬研究**を進めています。核融合炉の壁で最大の熱負荷を受けるダイバータ板に当たるプラズマの特性を明らかにし、その**熱負荷の制御方法の確立**を目指しています。具体的には、GAMMA 10/PDXの端部にダイバータ模擬実験モジュールを導入し、プラズマと冷却ガスとの相互作用による熱負荷変化やその物理機構の解明に取り組んでいます。



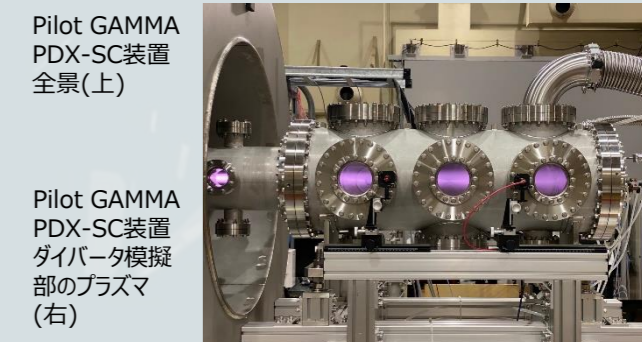
新装置 (Pilot GAMMA PDX-SC) プロジェクト

核融合発電の実用化に向けた重要なステップである**原型炉の実現**には、ダイバータで発生する**高密度プラズマ**を再現し、そのデータをもとにダイバータシミュレーションコードを精緻化することが欠かせません。プラズマ研究センターでは、GAMMA 10/PDXで培った成果を活かし、原型炉ダイバータ模擬に向けた新装置「**Pilot GAMMA PDX-SC**」の建設を進めています。2022年10月には初めてのプラズマ生成に成功しました。

定常高密度プラズマ生成を行うプラズマ源として、(1)カスケードアーク放電、(2)ヘリコン放電による新しい高密度プラズマ源の開発に取り組んでいます。また、2台の超伝導コイルによる単純ミラー磁場を用いてプラズマを閉じ込め、加熱して温度を高めています。2025年にはダイバータ模擬部も設置され、壁前面のプラズマ特性の計測に着手しています。



Pilot GAMMA PDX-SC装置 全景(上)



Pilot GAMMA PDX-SC装置 ダイバータ模擬部のプラズマ(右)