

— 主な用語解説 —

【力行】

- ・ 開発研究
実用に供することを目的として系統的に実施する研究開発のこと。開発のための重要課題／達成目標の選定、その課題解決の手法分析、研究の実施による目標の達成を優先する。
- ・ 学術研究
一定の理論に基づいて体系化された知識と方法としての学問と芸術の総称である学術に関する研究のこと。ここでは、自然科学としての核融合に関する学問の研究を意味する。核融合の実現を目指す上で、体系化された知識として確立することを優先することにより、研究の進展を図る。
- ・ 核融合エネルギー
核融合反応によって発生するエネルギー。1g の重水素 (D) とトリチウム (T) 燃料の核融合反応から発生するエネルギーは、タンクローリー1台分の石油 (約 8 トン) を燃やしたときの熱量に相当する。
- ・ 激光 X II 号
大阪大学のガラスレーザーを用いた慣性閉じ込め装置。レーザーのビーム数は 12 本、エネルギーは 30kJ (レーザー波長 1.05 \cdot m)、15kJ (同 0.53 \cdot m)、10kJ (同 0.35 \cdot m) である。
- ・ 高出力ジャイロトロン
ジャイロトロンとは、弱い相対論電子ビームが磁気圧縮をうけて、その運動エネルギーを電磁場のエネルギーに変換し、強力なミリ波を発振させる電子管である。ミリ波領域から遠赤外にかけての周波数領域は、これまで開発が遅れた谷間の周波数帯であったが、最近の研究の進展に伴い、核融合への利用のみならず、マイクロ波推進、重イオン源、X 線源、高性能レーダー、プラズマプロセッシング等への応用が期待される。
- ・ 高ベータ
プラズマを閉じ込める磁場の圧力に対するプラズマの圧力比、すなわちベータ値 = プラズマ圧力 / 磁場圧力。ベータ値が高いほど弱い磁場で高い圧力のプラズマを閉じ込めることができる。核融合炉の出力は、プラズマ圧力の自乗 \times プラズマ体積に比例するため、ベータ値を高めることで、コンパクト (小さな体積) な炉心をつくることができる。すなわち、高ベータは、核融合炉の経済性を高める上で、必要不可欠な要素である。
- ・ 国際熱核融合実験炉 (ITER) 計画^{*3}
制御された核燃焼プラズマの維持と長時間燃焼によって核融合の科学的・技術的実現性を実証することを目指したトカマク型の核融合実験炉計画。1992 年から日本・米国・欧州・ロシアの国際協力として推進され、9 年間の工学設計及び、主要機器の技術開発を行った。平成 13 年 11 月からは、政府間協議を開始し、平成 17 年 6 月にモスクワで開催された第 2 回 6 極閣僚級会合において ITER の建設地がフランス・カダラッシュに決定。平成 19 年 10 月に ITER 協定が発効し、ITER 機構が正式に発足した。現在の参加極は日本、EU、米国、韓国、中国、ロシア、インドの 7 極である。

【サ行】

- ・ サテライト・トカマク計画
幅広いアプローチ活動のプロジェクトの一つ。日本原子力研究開発機構の臨界プラズマ試験装置 JT-60 を活用し、プラズマの長時間維持や ITER を模擬した配位が可能ないように JT-60 のコイルを超伝導化する等の改修を行い、ITER の運転シナリオの最適化などの ITER 支援研究や、原型炉に向けて ITER を補完する研究を実施する。

- ・セラミック焼結技術

セラミックスの成形体を加熱すると、隣合う原料粒子が徐々に接着し、粒子間のすき間が小さくなると同時に全体が収縮する。この現象を「焼成」といい、「焼き締め」「焼結」ともいう。一般的には焼成温度が高いほど、また原料の粒が小さく、丸く、大きさが揃っているほど製品は硬くなる。この焼成工程では、硬度以外にも気孔率や導電性、熱やほかの物質に対する耐性や透光性などさまざまな製品の特性が決まる。温度や時間、雰囲気といった焼成条件を組み合わせることで細かく制御し、それぞれの製品に最適な特性をつくり出す技術。

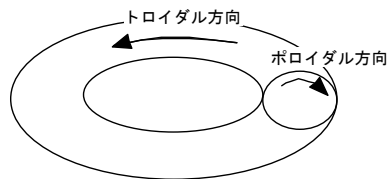
【タ行】

- ・中性子粒子ビーム生成技術

プラズマ中に存在する正イオンあるいは負イオンを電界により引出し加速すると、その高速のイオンは原子分子、電子、壁などとの衝突で電荷交換して中性化される。この時、運動エネルギーは保存され、方向性をもった中性粒子ビームが生成される。この高速の中性粒子を生成する技術。

- ・トカマク方式

トロイダルな形状の閉じ込め方式でプラズマは磁場により閉じ込められる。主たる磁場はトロイダル方向のトロイダル磁場であるが、これだけではプラズマを閉じ込めることができない。プラズマの圧力と磁力がバランスして平衡を保つためにはポロイダル磁場も必要である。ポロイダル磁場は、プラズマ中にトロイダル方向の電流を流すことにより作られる。プラズマ電流はオーム加熱の原理により、プラズマ加熱としての役割も果たしている。旧ソビエトのクルチャトフ研究所で考案され、その優れた閉じ込め性能のために世界各国の研究所で、この形式のプラズマ実験装置が建設され研究されてきた。



- ・トロイダルコイル

トロイダル方向の磁場を作るコイル。トカマクは基本的に3つのコイル：トロイダルコイル、ポロイダルコイル、中心ソレノイドコイルをもつ。このうち、プラズマを閉じ込めるための強い磁場を作り出すのがトロイダルコイル。いわばプラズマの骨格となる磁場を作り出します。ITERは18個のトロイダルコイルをもちNb3Sn（ニオブ3スズ）で出来た超伝導線をもっている。この超伝導線は、強い磁場を作り出し、もっとも強い所では、12テスラに達する。

【ハ行】

- ・プラズマ

温度の上昇とともに物質の状態は一般に固体から、液体、気体へと変化してゆく。さらに高温になると、原子核のまわりを廻っている電子がはぎとられて原子は正の電荷を持つイオンと負の電荷を持つ電子に分かれて（イオン化）、両者が高速で不規則に運動している状態になる。この状態をプラズマという。核融合では、温度が数億度に及ぶ超高温プラズマが対象となる。プラズマは雷やオーロラなど自然界に広く存在するが、身近な例としては蛍光灯などの希薄な気体中の放電によって作られるプラズマがある。

- ・ブランケット

核融合反応発生装置において、核融合が発生しているプラズマを包むように設置される構造体を、ブランケットという。ブランケットの機能は、真空容器やその外側の超伝導コイルを中性子から遮蔽、核融合反応によって発生する中性子を利用してリチウム化合物をトリチウムに転換、中性子をうけてその運動エネルギーを熱に変換する、などの機能のいずれかを担う。

- ・ヘリカル方式
トロイダルな形状の閉じ込め型でプラズマは磁場により閉じ込められるのはトカマクと同様である。しかし、トカマクと異なり、プラズマ閉じ込めに必要なポロイダル磁場をプラズマ電流ではなく外部コイルにより形成する。外部コイルとしては、螺旋状のねじれたコイル（ヘリカルコイル）あるいは複雑な形状をしたモジュラーコイル等が用いられている。このような方式によってプラズマを閉じ込める方式をヘリカル型と呼ぶ。
- ・ペレット技術
レーザー核融合研究で開発されたペレットの生成技術。特に、エマルジョン法により製作される中心点火用燃料容器の真球性は 99.98%に及ぶため、この高い精度を利用し、衝撃センサーに応用する研究がある。

【ラ行】

- ・レーザー方式
高強度レーザーを用いて、直径数 mm の燃料小球を、等方的に爆縮（断熱圧縮）させ、瞬時に超高密度・高温プラズマを生成し、核融合反応を起こさせる方式をレーザー型と呼ぶ。

アルファベット順

- ・BA 活動
幅広いアプローチ活動。日本と欧州連合（EU）が ITER 計画と並行して核融合発電用の原型炉開発を目指すプロジェクトで、2005年6月にモスクワで開催された第2回6極閣僚級会合において、日欧協力の下、我が国で実施することが決定された。実施プロジェクトは、文部科学省に設置された ITER 計画推進検討会における検討を経て、①国際核融合エネルギー研究センター、②サテライトトカマク計画、③国際核融合材料照射施設工学実証・工学設計活動の3つのプロジェクトが選定された。2007年6月に協定が発効。
- ・dpa 照射損傷量
照射損傷量。displacement per atomの略であり、中性子照射によって材料の構成原子が格子点からはじき出される割合を示す指標である。1dpaの照射損傷量は、材料の構成原子が平均すると1回格子点からはじき出されたことを意味する（あくまでも平均であり、個々には2度はじき出されたり、はじき出されない構成原子もある）。
- ・FIREX
大阪大学レーザーエネルギー学研究中心で進められており、爆縮プラズマを短パルス超高強度レーザーで瞬間的に加熱することにより、効率的な核融合点火と自己燃焼へのシナリオを明らかにし、高速点火核融合の原理を実証するプロジェクト。
- ・GAMMA10
筑波大学プラズマ研究中心で運転中の複合ミラー型装置。中央ミラー間距離は 6m、全長約 27m。
軸方向閉じ込めを改善するため、装置両側に設置されているプラグ部において電子サイクロトロン共鳴加熱を行い、イオン閉じ込め電位を形成している。
- ・HeliotronJ
京都大学エネルギー理工学研究所のヘリカル型磁場閉じ込め装置。先進的磁場閉じ込め配位（ヘリカル軸ヘリオトロン）により磁場スペクトラムの基本因子（トロイダル、ヘリカル、バンピー）に対する制御自由度を拡大し、磁場配位研究における新しいパラメータ領域の開拓とフレキシブルな実験が可能。

- ・ HFIR 炉 High Flux Isotope Reactor
 軽水冷却・減速型の研究炉、 ^{252}Cf をはじめとする超ウラン元素の製造と核種の中性子照射試験を目的としたもの。
 研究の一つとして中性子散乱実験があり、生成された熱中性子や冷中性子を試料に当てることにより材料の構造を解明する固体物理、化学、生物、高分子、金属等の研究に用いられている。
- ・ ITPA International Tokamak Physics Activity
 国際トカマク物理活動のこと。
 ITER/DEA 期間中に行っていた ITER 物理 R&D を継承し、2001 年から EU、米国、ロシア、日本の 4 極、その後、ITER 参加極の増加に伴い、現在 7 極の研究者がトカマクプラズマの物理解明および ITER 等の核燃焼プラズマの性能検討を行う国際的な研究活動。閉じ込め、輸送物理、ダイバータ、周辺、定常運転、MHD、計測に関する 7 つの専門グループと調整委員会がある。
- ・ JT60 臨界プラズマ試験装置
 臨界プラズマ試験装置 JAERI Tokamak-60 の略称であり、日本原子力研究開発機構那珂核融合研究所が有する世界最大級のトカマク装置（主半径 $R=3.4\text{m}$ 、小半径 $a=1.0\text{m}$ 、トロイダル磁場 $B_t=4.0\text{T}$ 、プラズマ電流 $I_p=3.0\text{MA}$ ）である。米国の TFTR（運転終了）、欧州の JET 装置と併せて 3 大トカマクといわれた。JT-60 で達成された 5.2 億度を越える世界最高温度は、ギネスブックにも登録されている。BA 活動のサテライト・トカマク計画における超伝導化改修のため、2008 年 8 月 29 日から運転を停止している。
- ・ LFX
 LFX は、「高速点火原理実証プロジェクト第 1 期 -FIREX-I-」における高速点火用レーザーシステム。
 最終ビーム口径は、 $370\text{mm} \times 370\text{mm}$ の四角ビームを 4 ビーム有する。この 4 ビームを 1 つのビームとして集光することにより、 $10\text{kJ}/10\text{ps}=1\text{PW}$ の高エネルギー・高ピーク出力を発生できる。増幅装置は、省スペース化と省コスト化を両立するための新しい技術が数多く試みられる。その一つとして、ディスクガラス増幅器のガラス 1 枚の大きさは、世界最大級の $800\text{mm} \times 400\text{mm} \times 40\text{mm}$ であり、1 ビーム当たり、8 枚使用されている。そして、ゲインを最大限に引き出すため、4 回通過するマルチパス光路となっている。
- ・ NBI
 NBI とは Neutral Beam Injection（中性粒子入射）の頭文字をとった略称でプラズマの加熱装置の一種。プラズマを加熱する方法として、より高温な（エネルギーの高い）粒子をプラズマに導入することでプラズマ全体の温度を上昇させるしくみになっているもの。
- ・ TRIAM-1M/QUEST
 TRIAM-1M
 九州大学応用力学研究所で稼動した超伝導強磁場トカマク装置。トロイダルコイルに Nb3Sn（ニオブ 3 スズ）で出来た超伝導線を用いている。マイクロ波を用いたプラズマ電流駆動法の開発、プラズマ位置制御法の開発ならびに粒子供給法の開発等により、世界最長の 5 時間 16 分のトカマクプラズマの定常維持に成功した。

QUEST
 九州大学応用力学研究所で稼動している球状トカマク装置。プラズマの主半径が 0.68m 、小半径が 0.4m であり、その比が 1.7 と通常のトカマクよりも小さく、プラズマ形状は球形となる。平成 20 年度から実験が開始され、高ベータの達成が可能である球状トカマクプラズマの長時間維持やプラズマ壁相互作用等の研究が行われる。