

3. 核融合エネルギーの開発用語解説

(1) 核融合

原子核同士が合体する反応。この際、非常に大きなエネルギーが発生する。太陽をはじめ、夜空に輝く星のエネルギー源が核融合であり、宇宙には一般的に存在する反応である。

核融合を地上で実現させるためには、太陽の中心温度（約1600万度）よりも高い温度である約2億度くらいにまで燃料ガス（水素の一種である重水素と三重水素）の温度を上げて、その状態を維持できなければならない。1グラムの燃料から発生する核融合エネルギーは、石油8トンの燃焼エネルギーに匹敵する。燃料資源が豊富に存在し、安全で環境適合性も高いなどの特長を有するため、この「地上の太陽」を実現させることにより、エネルギー問題の抜本的な解決が期待できる。

(2) プラズマ

固体、液体、気体に続く第4の物質状態。1万度以上の高温になると気体中の原子から電子とイオンが分離し、ガス全体としては電氣的に中性だが電子とイオンがバラバラに運動できる状態となる。これをプラズマという。宇宙を構成する物質の99%以上がプラズマであり、身近な例としては、オーロラ、雷、蛍光灯などがある。

(3) 炉心プラズマ

核融合炉を目指した研究において作られるプラズマの総称。

(4) トカマク

プラズマを磁場で閉じ込める方式の一つ。ドーナツ状の容器の中で、プラズマに電流を流し、電流がつくる磁場とコイルがつくる磁場とを組み合わせ、らせん状の磁力線（磁力線のカゴ）を作り、高温の粒子を閉じ込める。トカマク（TOKAMAK）という名称は、装置の特徴を表す4つのロシア語からなる造語（TOK：電流、KAMERA：容器、MAGNITNUE：磁気の、KATUSHKI：コイル）。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。

(5) JT-60

臨界プラズマ試験装置「JAERI Tokamak-60」の略称。原子力機構の那珂核融合研究所で稼働している世界最大級のトカマク装置である。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。昭和60年から運転を開始し、平成8年10月に臨界プラズマ条件を達成した。また、平成8年7月には世界最高温度である5.2億度を達成し、ギネスブックに登録された。さらに、平成18年5月には、高性能のプラズマを世界最長の28秒間維持することに成功している。

(6) ITER計画

国際熱核融合実験炉 (International Thermonuclear Experimental Reactor) 計画。日本・米国・ロシア・EU・韓国・中国・印度の7極の共同による核融合実験炉の構想。自己点火プラズマによる長時間核燃焼の実現により、核融合発電の科学的・技術的可能性を実証することを目指す。日・米・露・EUの4極による1988年から3年間の概念設計活動を経て、1992年から工学設計活動を実施し、2001年に終了。2003年2月、中国が正式加盟し、一時脱退した米国が復帰。2003年6月には韓国が正式加盟。2005年6月、フランス・カダラッシュをITER建設サイトとして選定。2005年12月、インドが正式加盟。2006年11月には、参加7極によるITERの建設と運転に関する国際協定が締結された。ITER機構が正式に発足し、原子力機構は文部科学省よりその国内機関に指定された。

(7) 幅広いアプローチ (BA: Broader Approach)

核融合エネルギーの早期実現を目指してITERと並行して進める日欧共同事業。ITERサイトがカダラッシュに決定した際のITER閣僚級会合 (平成17年6月) で、幅広いアプローチを日本で実施することに合意。平成17年8月、文科省のITER計画推進検討会で幅広いアプローチプロジェクトについての日本案が纏められ、平成17年10月、文部科学省により、茨城県那珂市にサテライトトカマク (JT-60の超伝導化改修)、青森県六ヶ所村に国際核融合エネルギー研究センター活動 (原型炉設計R&D調整センター、ITER遠隔実験センター、核融合計算センター) 及び国際核融合材料照射施設の工学実証・工学設計活動 (IFMIF-EVEDA) を実施することが決定された。平成19年2月5日、幅広いアプローチを実施するための日欧核融合エネルギー協定を締結。同協定は、平成19年6月1日に発効し、原子力機構は文部科学省により日本の実施機関に指定された。

(8) 超伝導コイル

超伝導導体を用いたコイル (電磁石) のこと。超伝導導体は、電気抵抗がゼロであるため、銅などの通常の導体のように熱が発生することはなく、電力を消費しない。磁場閉じ込め式核融合装置では、強力な磁場を使ってプラズマを中心部に閉じ込めて核融合を達成させることから、発電コストを低減し、発電システムとして実用化するためには、超伝導コイルの利用が必須である。

(9) 超伝導撚線

超伝導線材、または超伝導線材と銅線を撚り、ケーブル状にしたもの。ITERでは、外径約0.8mmの超伝導線材と同じ外径の銅線を合計約1000本撚り、外径約30~40mmのケーブル状に成型する。撚線の中心部には直径約7mmの冷却管がある。

(10) ジャケット

超伝導撚線を保護する金属製保護管。ITERでは、材料としてステンレス鋼が用いられる。

(11) コンパクション装置

超伝導撚線をジャケット内に引き込み、圧縮成型(コンパクション)してジャケットと超伝導撚線との間の隙間を潰し、一体化するために用いる装置。

(12) ジャイロトロン

電子の回転周波数(電子サイクロトロン周波数)あるいはその整数倍に近い周波数の電磁波(トカマク型核融合炉では100GHz帯)を発生させるために用いられる大電力高周波源。プラズマ中の電子を加熱したり、プラズマに電流を流すなどの目的で使用される。

(13) 粒子ビーム

プラズマの加熱やプラズマに電流を流すため、外部からプラズマに入射する原子(粒子)ビーム。これを入射するための装置を中性粒子入射装置(NBI)という。中性粒子入射装置では、まず、イオン源でイオンを発生させ、加速してイオンビームとする。磁場閉じ込め式核融合装置では、プラズマが磁力線のカゴに閉じ込められているため、電荷を持った粒子(イオン)では磁力線に遮られるので、イオンビームを、電荷を持たない中性粒子に変換した後、プラズマに入射する。

(14) MeV級加速器

中性粒子入射のためのイオンビームを生成する強力な負イオン源。ITERの中性粒子入射装置では、プラズマ加熱と電流駆動のために、ビームエネルギー1 MeV、ビーム電流40 Aの負イオン加速器が必要とされる。しかしながら、このような大電流の荷電粒子ビームをMeV級のエネルギーに加速した例は無い。そこで原子力機構ではITER建設に向けて、「MeV級加速器」による開発研究を実施している。イオンビームを中性粒子に変換する際、MeV級のエネルギーでは、正イオンの中性化効率がゼロになってしまうため、負イオンが用いられる。

(15) 国際核融合材料照射施設(IFMIF)

IEAのもとで、日、米、EU、ロシアの協力で検討を進めている核融合材料を試験するための施設。国際核融合材料照射施設(International Fusion Materials Irradiation Facility)。40MeVに加速した重水素イオンビームをリチウム標的に照射すると、核反応の結果、14MeV付近の中性子が効率よく発生するため、これを材料に照射して核融合炉環境を模擬した状態での特性の変化を試験する。