

大阪大学

レーザー核融合研究センター見学記

(先端放射線利用研究会 見学会より)

秋とはいえまだ暑さの残る9月20日、先端放射線利用研究会の講演会と見学会を兼ねて、大阪大学レーザー核融合研究センターを見学させていただく機会を得た。広大な緑に囲まれた大阪大学吹田キャンパスのほぼ中央に位置するこのセンターで山中龍彦教授の出迎えを受け

* レーザー核融合研究センターの沿革と概要

* 高出力レーザーの応用としてレーザー誘雷について、お話をうかがい、施設を見学させていただいた。

☆ レーザー核融合の研究

世界のエネルギー消費は1950～2000年の50年間に11Q ($1\text{Q} \equiv 10^{21}$ ジュール)、2000～2050年の間に61Qと予測されている。これに対し化石燃料は30～50Q、 ^{235}U の核分裂を利用した原子炉では3Q、高速増殖炉を実用化して200Q程度と予測されている。いずれにしてもかなり短期間で資源が枯渇することは明らかである。

これに対し、核融合で放出されるエネルギーを利用するものでは、例えば、重水素と3重水素を1～10億度の超高温にし、高速で衝突融合させると17.6MeVのエネルギーが放出される。いま、海水中に含まれる重水素を核融合燃料とすれば $[8 \times 10^8 \text{Q}]$ のエネルギーを取り出すことができ、エネルギー問題が解決されるだけでなく、核分裂炉で問題になっている放射性廃棄物、化石燃料消費に伴う CO_2 の大量放出や大気汚染など、地球環境を悪化させる要因を著しく軽減できる利点がある。

日本における核融合の開発は、将来のクリーンエネルギー開発の一環として、次のような3種類の研究が並行して進められている。

1. 日本原子力研究所を中心にし茨城県那珂町に建設されたトカマク型臨界プラズマ試験装

置JT-60を完成し、核融合プラズマの性能を表わす指標である、核融合積(密度×温度×閉じ込め時間)で世界最高値(130兆個・秒・億度/cm³)を達成している。

2. 京都大学ヘリオトロン核融合研究センターにおける研究から引き続き、現在は文部省の大学共同利用機関『核融合科学研究所』でプラズマを閉じ込めるための磁場発生装置に超伝導コイルをねじって楕円形に組む大型ヘリカル方式を採用し、岐阜県土岐市に建設中である。この方式は閉じ込め磁場とプラズマを独立して制御するため、将来実用炉に必須な連続運転に適している。
3. プラズマを磁場で閉じ込めるかわりに、水素や三重水素をガラスなどの小球に密閉して強力なレーザー光を照射し高温爆縮し、核融合反応を起こさせようとするのが大阪大学で進められているレーザー核融合の研究である。

このようにJT-60とヘリオトロンは強力な磁場でプラズマを細い紐状に圧縮し、超高温にして核融合を起こさせるものである。

一方、大阪大学のレーザー法は燃料となる重水素や3重水素を直径数mmの球状の容器(図-1参照、この球をターゲットと称す)に入れ、これに100兆ワット(100TW)のレーザー光を周囲から当て、1億分の1秒(10ns)の間に爆発的に圧縮(爆縮)し、太陽の中心に匹敵する密度・温度のプラズマを作り、核融合反応を発生させる。

つまり、レーザー照射によりターゲットの燃料球表面が加熱され、表面物質(アブレター)が外方向へ噴出する。この噴出の反作用で1億気圧の超高圧力が発生し、ターゲット球は中心に向かって加速し、直径が1/30まで収縮する。この現象を爆縮と呼んでいる。

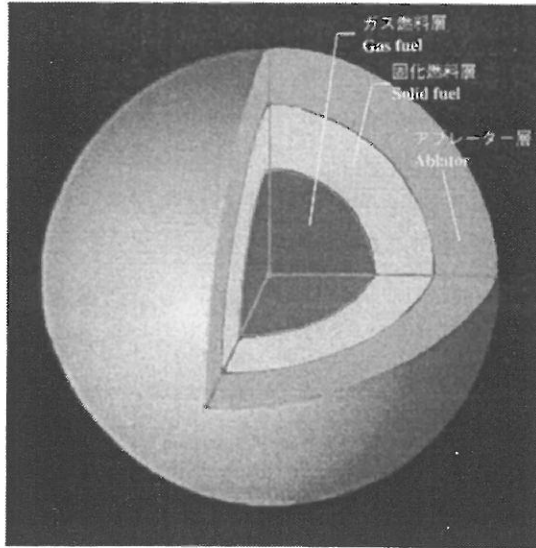


図-1 ターゲットの模式図

爆縮によってターゲットの中心部は5000万度まで加熱され、核融合点火が起る。核融合反応で発生した高エネルギーの α 粒子により周囲の燃料が燃焼し、核融合のエネルギーが開放される。

現在までにガラスレーザー（波長：1.05、0.53、0.35 μ m）の“激光 XII号”では12本のビーム（緑色光、15TW、パルス幅1ns）を1点に集光し、圧縮密度600g/cm³まで爆縮し、D-T中性子10¹³個まで発生させることに成功している。

☆ レーザー誘雷の研究

センターには、核融合の研究を通じて開発してきた強力で高性能なレーザーを利用した研究の一つ、「誘雷」の研究がある。

高圧送電線システムの事故には落雷によるものが多い。これを防止するため、図-2のごとく、レーザープラズマを用いて誘雷する技術の研究が行なわれている。大出力炭酸ガスレーザーを連続多焦点光学系を用いてプラズマチャンネルを生成することにより、現在までに8.5mの長距離放電誘導に成功していることが報告された。

☆ レーザー核融合研究施設見学

施設では、先ず、“激光 XII号”を見学した。巨大な12本のレーザービーム装置が整然と並び、

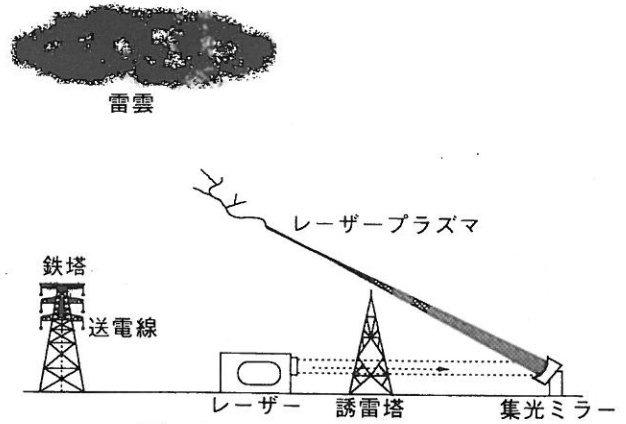


図-2 レーザー誘雷の原理

その先端12方向から球形のターゲットの中心に向かって、ビームが一様に当たるようにセットされている。また、ターゲットはビームショットの直前まで液体ヘリウムで冷却されている。

レーザービームを1回照射するには、試料の設定等に数時間を要するので、1日の実験は3~4ショットで進められている。

展示室では、高品位・高出力レーザービームを得るために、このセンターで自主開発された非線形光学結晶（直径60cm級）、薄膜偏光板、ミラー等が見られ、核融合のエネルギー化に対する並々な努力を重ねられている様子がうかがえた。

太陽のエネルギーを地球上で、作り出し、利用する日の一日も早いことを祈りながら見学会を終えた。

なお、レーザー核融合とその関連技術の振興および産学の技術交流を推進するため、

財団法人 レーザー技術総合研究所

〒550 大阪市西区靱本町 1-8-4

TEL 06-443-6311 FAX 06-443-6313

内に『ICFフォーラム/レーザー核融合技術振興会』を置き、

- 1) 講演会・見学会の開催
 - 2) 調査研究活動の成果の提供
 - 3) 各種関連報告書・技術情報の提供
- を行なっている。