

見学記

大阪大学レーザー核融合研究センター見学記

藤 倉 忠 明*
Tadaaki Fujikura

1. はじめに

残暑の厳しい8月27日の午後、47名の参加者をえて大阪大学レーザー核融合研究センターの見学会が行なわれた。大阪大学の吹田キャンパスの古めかしい校舎の並ぶ中、一際目立つチョコレート色の近代的な建物が核融合センターであった。折しも雷鳴轟く驟雨の中を建物の中にかけてみ、「レーザー核融合」の名の連想から何となく厳粛な気分を味わった。まず大講堂で、レーザー核融合に関する紹介映画をみせていただいた。

2. レーザ核融合の研究

エネルギーの開発は我が国の将来をかけた大問題であるが、核融合発電は無限のエネルギーを人類に保証し、21世紀に予測されるエネルギー危機に対する根本的な対策である。核融合発電は現在科学的可能性実証段階であり、制御された核融合反応が起こり、かつ入力エネルギーよりも大きな出力をうることができるか否かを研究している。そして核融合発電には何種類もあり、そのうちの 하나가レーザー核融合である。

重水素と三重水素とからなる燃料を1億度の高温に加熱すると核融合反応が発生する。燃料を高密度に圧縮すると反応が急速に進行する。燃料を固体水素の千倍に圧縮すると、必要な反応時間は 10^{-11} 秒となり、核融合が実現する。

核融合燃料球(ペレット)にレーザー光を集中的に照射すると、表面に高温プラズマが発生し外側に膨張する。その反作用で内向きの圧縮力が生じ(爆縮ともいう)中心部の燃料密度が高くなり、核融合反応が起る。これがレーザー核融合の原理であるが、現在はまだ核融合反応が起る前の段階であり、実現をめざして研究が続けられている……等の説明があった。

この研究は昭和39年から始められ、レーザー核融合研究センターは昭和51年に発足したが、現在に至るまで世界の主導役を果しており、昭和60年に入力エネルギー中の0.1%のエネルギーを激光XIIで達成する等世界記録を数度塗り替えている。更らに現在の激光XIIは20KJのガラスレーザーを使っているが、科学的可能性の実証のため現在計画中の金剛計画では、100KJのレーザーが、又18万KWの電気出力を得る発電炉では、1MJのレーザーが必要であるとのことであった。

映画を見た後、激光XIIの見学に入った。

3. 激光XII号ガラスレーザー核融合実験装置

核融合実験棟は大きく分けて6つのエリアで構成されているが、我々はレーザー室、ギヤ室、ターゲット室(1)及び(2)、制御室を見学した。

・レーザー室： 12本の青いシャフトが4本づつ3列に配列されていた。この中を発振器から出たレーザー光が、

表1 激光XII号性能

ビーム数	12
ビーム径	350mmφ
最大出力(パワー)	40兆ワット(TW)
最大出力(エネルギー)	20キロジュール(KJ)

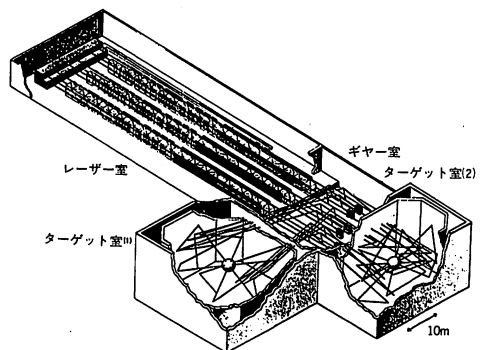


図1 実験棟配置図

* ㈱東芝電力・核融合開発技術部部长

〒100 東京都千代田区内幸町1-1-6 NTT日比谷ビル

ガラスのロッド型増巾器そしてディスク型増巾器と徐々にパワーアップされて、最終的に350mmφのビーム径になっている。現在計画中の金剛では更に500mmφの径まで拡大され、100KJに増巾される。白色のフラッシュランプが励起源であるが、この励起エネルギーとして、22MJが必要とされる。出力は20KJなので、効率は0.1%と低く、発電炉にするには、一工夫が必要とされるとのことである。

・ギヤ室： レーザ室からの12ビームのレーザが、ここで大口径反射鏡により反射され、ターゲット室へ送られる。反射鏡を支持する架台の向きを回転テーブルで変えることにより、レーザ光の方向を、ターゲット室(1)又は(2)へ迅速に高精度で切り替えることができる。ここで印象深かったのは、ミラー・オート・アライメントであった。回転テーブルの僅かな狂いでレーザ光はあらぬ方向にずれてしまう。これを手動で軸調整すると大変な時間が必要とされる。このため連続波のYAGレーザ光を入れ、ミラ効果で反射させることにより、約一時間でオート・アライメントを達成できるとのことである。

・ターゲット室(1), (2)： ここでは、ギヤ室から導かれた12本のレーザビームが大型反射鏡で部屋の中心に置かれたチェンバに導かれ、レンズで集光されたあと、中心部のペレットに照射される。ペレットは、大阪大学で提唱された、いわゆるキャノンボールターゲットで、外側球殻に開けた小孔からレーザ光を入射させ、圧縮効率を向上させているとのこと。

ターゲット室(1)では、このペレットへ一様にレーザ光を入射させており、又ターゲット室(2)では2方向のみに集光して入射させている。

ところでレーザパルス幅は0.1~2nsであり、光速は1nsで30cmなので、3~60cmのパルス幅となる。12本のレーザは別々のビームダクトの中を通過してきて、最終的には1つのターゲットに同時に入射されなければならない。従って伝送距離も当然の事ながら一致させるよう配慮されているとのことである。

更らに室温の変化は、レーザ光の通過する空気層の密度にも又鏡の形状にも微妙な変化を与える。このため室温は±0.1°Cで制御されているとのこと。

因みに一回のショットでの発熱を冷却するのに、3時間かかるので、一日に3~4回のショットが行われている。

4. スーパーコンピュータ：SAP

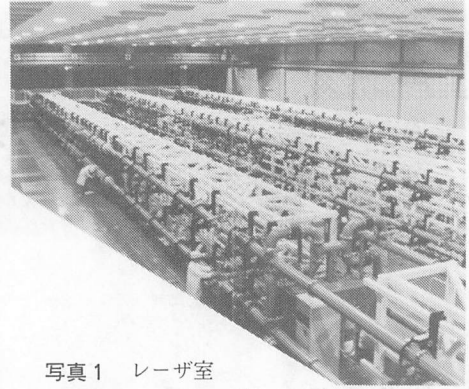


写真1 レーザ室

実験棟の隣の研究棟には、激光XIIの実験データの処理のため、世界一のスピードを誇るスーパーコンピュータが設置されていた。SAPとはScientific Arithmetic Processorの略。36ケのLSIの積まれた10cm角のプレートがタイルのように敷きつめられていて、そこから発生する各250ワットの熱を水冷していた。このスーパーコンピュータを使った2次元計算コードによる「キャノンボール・ターゲット・シュミレーション」や3次元計算コードによる「流体力学的不安定性のシュミレーション」の説明を受けた。

5. おわりに

パンフレットのタイトルにあった“太陽をわが手に”をそのままに世界をリードする壮大な研究の成功を祈りつつ、見学会を終えた。

この見学会のコーディネータをつとめられた大阪大学の鈴木胖教授をはじめ、お忙がしいところを案内・説明の労をとられたレーザ核融合研究センタの諸先生方に、末筆乍ら謝意を表したい。

