

研究室紹介

## 大阪大学工学部レーザー工学研究施設

沿革：レーザーの発明以来，物理的基礎研究の段階から近年その応用に関する研究の方に本格的に移行しつつあり，計測，通信，情報処理，物質処理，エネルギー応用など多岐に亘る研究が行われている。

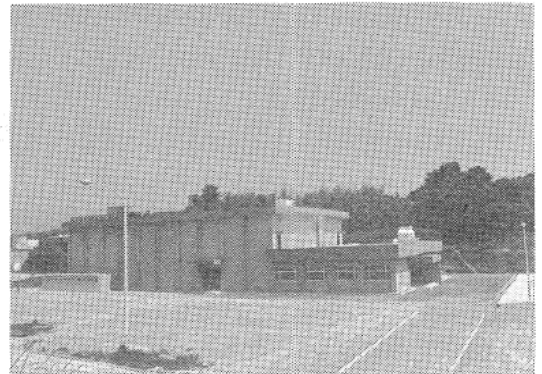
大阪大学工学部山中教授らはレーザーの応用に関する可能性に着目し，昭和38年より，レーザー計測，Qスイッチレーザーによるプラズマ生成に関する研究を開始した。昭和42年には大出力ガラスレーザーの建設を始め，二重色素レーザー，CO<sub>2</sub>レーザー，液体レーザーの研究を開始した。また光子計数法によるレーザーレーダーエコーの検出に新手法を開発した。

昭和43年にガラスレーザーに関する国産技術の向上を旨としてガラスレーザー開発委員会を発足させた。昭和44年には名大プラズマ研究所にレーザー客員部門が開設され，出力50 Jの5段増幅ガラスレーザーを建設し，レーザー光とプラズマとの相互作用に関する研究を開始した。昭和46年にはレーザーによる核融合中性子がソ，仏について発見された。これら一連の研究成果は多くの国際会議に報告され，この方面の我が国の研究が国際的にもきわめて高い水準にあることが認められた。

このような情勢において欧米諸国では国家的プロジェクトとして大々的に研究体制が整い着々と成果を生みつつあった。このような状況に鑑みわが国においてもレーザーに関し集約された研究施設を大学に設置し，総合的にかつ幅広い共通の基盤の上に基礎研究の推進をはかるため，昭和47年にレーザー材料部門が，また昭和48年にはレーザー動特性部門が開設された。その後昭和49年度国立学校施設整備費により建設中の分子レーザー実験棟がこのほど竣工し，昭和50年8月2日に竣工記念施設一般公開が行われた。同実験棟は建屋面積980m<sup>2</sup>，完全空調，低抵抗接地，特殊電源，絶縁油槽パイプライン，真空ガスラインを備えていて，主レーザー室，

補助レーザー室，遮蔽室，レーザー制御室，試料準備室，暗室等より構成されている。総工費約3億円，工期6カ月で完工したものである。

(第1図)



第1図 高出力レーザー実験棟（大阪大学千里地区）

4ビーム1kJ ガラスレーザー（激光4号）  
2ビーム1kJ CO<sub>2</sub>レーザー（烈光2号）  
を設置

本実験棟には大出力ガラスレーザー装置，出力エネルギー1kJ，4ビーム激光四号と大出力CO<sub>2</sub>レーザー装置，出力エネルギー200 J，1ビーム烈光一号（改）が設置される。これらのレーザーにより重水素ペレットターゲットを照射し，爆縮によるレーザー核融合の研究を推進する計画である。

同レーザーシステムはターゲット照射部も含め電子計算機により制御され，また測定データもオンラインで処理することになっている。

実験棟につづいて研究本棟も建設される予定である。

部門内容：このようにして昭和47年度にレーザー材料部門，昭和48年度にレーザー動特性部門が開設され，現在2部門より構成されている。その部門内容のあらまきは次のとおりである。

## 部門内容(施設長 山中千代衛)

開設年度	部門名	部門内容	担当者	内容説明
昭和47年度	レーザー材料	レーザー性能の向上	横山昌弘 井沢靖和	レーザーの研究はより強力・安定・広波長域・可変波長と急速に拡大しつつあり、このために必要なレーザー材料の研究を進め、レーザーの高出力化を実現する。
昭和48年度	レーザー動特性	レーザー特性の研究	宅間宏 加藤義章	レーザー動特性の向上のための波長選択性、増幅度、非線型光学の研究をすすめるとともにレーザー応用と新型レーザーの開発研究に従事する。

レーザー工学研究施設が推進している研究内容のあらまは次のとおりである。

## (1) 大出力レーザーの開発研究

レーザー核融合を目的とした多重ビーム大出力ガラスレーザーおよび電子ビーム励起型大出力炭酸ガスレーザーおよび新型レーザー等の研究を強力に推進している。

## (2) レーザーとプラズマとの相互作用の研究

ガラスレーザーおよび  $TEA CO_2$  レーザーを使ってレーザーとプラズマの非線形相互作用(パラメトリック不安定によるプラズマの加熱、ラマン、ブリラン散乱、高調波の発生、レーザーの自己集束現象等)の理論的実験的研究を行っている。

## (3) レーザーによる核融合の研究

大出力レーザーを用いて重水素・三重水素の粒状ターゲットをまわりから照射することによりターゲットを圧縮して超高密度状態を実現(爆縮)し核融合反応を起こさせる。大出力レーザーの開発とあいまってこの現象の科学的実証実験にとり組んでいる。

## (4) レーザーエネルギー応用に関する研究

レーザーレーダーによる大気汚染観測、レーザーによるアイソトープ分離、大出力  $CW CO_2$  レーザーの加工への応用等の研究を行っている。

## (5) 相対論的電子ビーム発生装置の開発と核融合への応用に関する研究

**研究成果:** 現在までに得られた成果の主なものは次のようである。

## (1) レーザーの異常吸収に関する新知見

レーザー光がプラズマに異常吸収される現象

を理論と実験の対比により明白にし、それに付随して起こる高速イオン、電子温度 2 成分分布、中性子、反射率の低下について入射レーザー光にしきい値があることを見出した。衝突を介する古典吸収はプラズマの高温化とともに低下するが、それに代って異常吸収が作用する状況を明らかにした。

## (2) プラズマ散乱光スペクトルの微細構造

プラズマより反射されるレーザーの 2 倍高調波成分の微細構造をしらべ、パラメトリック不安定の下でブリラン散乱による側帯波を検出した。このスペクトルには水素プラズマと重水素プラズマとでアイソトープシフトがあり、エネルギーと運動量保存則より説明できることを示した。

## (3) レーザーの自己収束とプラズマキャビトンの生成

レーザー光はポンデアモーティブ力によりプラズマに空洞を掘り、その中にプラズマ振動が捕捉される。この現象はプラズマの屈折率の変化として、後方散乱光に自己位相変調を与え、スペクトル拡がりが発生する。この実験結果が理論的取扱いとよく一致することを示した。

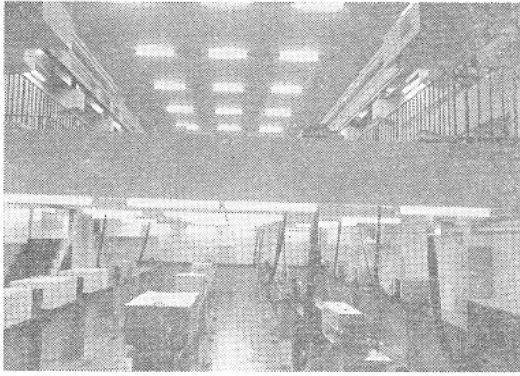
## (4) ディスクガラスレーザーの開発

世界的に有名なレーザー用国産ガラスの開発に成功し、出力 250 J のディスクガラスレーザー(激光 2 号)を建設した。(第 2 図)

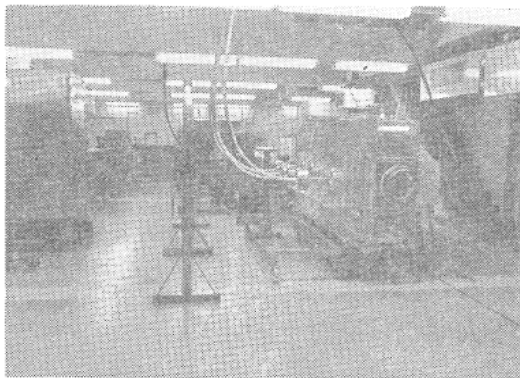
## (5) 高圧分子レーザーの開発(第 3 図)

圧力 15 気圧の広帯域  $CO_2$  レーザーを開発し、これを発振器として出力 100 J の電子ビーム励起  $CO_2$  レーザー(烈光 2 号)を建設した。

## (6) レーザー同位分離の基礎研究



第2図 4ビーム1kJガラスレーザー(激光4号)  
ただし現在2ビーム稼働



第3図 1ビーム, 250J CO<sub>2</sub>レーザー

$NH_3$  の  $^{14}N$  と  $^{15}N$  を  $CO_2$  レーザーの波長  $1.06\mu$  の  $P(32)$  と  $P(38)$  線で選別し,  $UV$  光で解離し, 四重極質量分析器で分離を確認しこの方向の見通しを明るくしたものとした.

(7) 相対論的電子ビーム装置 (REB) の建設  
500 keV, 70kA, 60 nsec $\sim$ 10<sup>11</sup> watt/cm<sup>2</sup> の相対論的電子ビーム装置を建設し, 電子ビーム入射によるプラズマ予備加熱を実験し, レーザ核融合に有力な補助手段を開発した.

(8) レーザーレーダーによる大気観測  
固定局レーザーレーダー観測所と移動局レーザーレーダー車を開発し, 大気構造と公害観測に新しい方法を導入した.

(9) レーザーによる物質加工  
連続出力 1 kW の  $CO_2$  レーザーにより物質の切断, 加工, ボーリング等を研究し, 加工新技術を確立した.

レーザー核融合の研究は, 我が国のエネルギーの長期開発の一環として, 大規模な展開をみようとしている. これにそなえて大阪大学では全国共同研究の中核となるべきレーザーエネルギー研究センターも構想されている.