

九州大学におけるレーザーセンシング  
の研究

Laser Sensing Research in Kyushu University

前田三男\*, 村岡克紀\*\*, 赤崎正則\*\*

(Mitsuo Maeda\*, Katsunori Muraoka\*\*, Masanori Akazaki\*\*)

\*九州大学工学部 \*\*九州大学総理工

(\*, \*\* Kyushu University, Fukuoka)

SYNOPSIS: The outline of research projects on laser sensing in Kyushu University, as well as the development of new types of lasers, is reviewed. In the Graduate School of Engineering Sciences, the laboratory for laser-aided plasma diagnostics was established, and some new projects are started. In the Faculty of Engineering, researches on tunable lasers, laser spectroscopy and lidar are being performed.

## § 1. まえがき

九州大学総合理工学研究科に新設された電離気体実験施設と工学部電気工学科において行われているレーザーセンシングに関連した研究の概要を報告する。九州大学では総理工のプラズマ計測グループと、工学部のレーザーグループとの共同研究により、レーザーを利用したプラズマ計測について、総合的に種々の新しい手法の開発研究を推めてきたが、この度特別設備費として「レーザー応用プラズマ計測装置」の設置が認められ、昭和62年度より3年間にわたってその整備が進められつつあり、本年電離気体実験施設となった。その研究の特徴は、真空紫外から遠赤外までの広い波長域にわたるさまざまなレーザーを用いて、多角的・系統的にプラズマ計測の新分野を開拓してゆくとともに、レーザーを単に与えられた道具としてでなく、レーザーそれ自体にも改良を加えながら、新しい手法の開発をめざそうとするもので、ユニークな研究設備である。

## § 2. 総合理工学研究科電離気体実験施設での研究

電離気体実験施設で現在進められつつある研究課題をまとめると以下の通りである。なお、→印の研究は今回のシンポジウムのポスターセッションで発表している。

## (1) トムソン散乱法によるプラズマ計測

- 1) ライダートムソン散乱法による高温プラズマ中の電子密度・温度計測 (→C-25)
- 2) 赤外・遠赤外レーザーによるイオン温度の計測
- 3) エキシマーレーザー内の放電プラズマ計測 (→C-24)
- 4) フラウンホーファー回折法による高温プラズマ中の密度揺動の計測

## (2) レーザー蛍光法による高温プラズマ中の粒子計測

- 5) 大型装置中の水素原子の計測
  - a) バルマー線 ( $H\alpha$ ) での計測
  - b) ライマン線 ( $L\alpha$  及び  $L\beta$ ) での計測
- 6) プラズマ・壁相互作用におけるスパッタリング素過程の計測

## (3) レーザー分光法によるプロセスプラズマの計測

- 7) グロー放電中の電界分布の計測 (→C-26)
  - a) オプトガルバナ分光によるシュタルク分離の計測
  - b) シュタルクミキシングによる禁制線強度の計測
- 8) RFスパッタリング原子のレーザー蛍光法による計測 (→C-27)

- 9) 燃焼ガスの瞬時温度計測 (→C-23)
- (4) プラズマ計測用新形レーザーの開発
- 10) 高速周波数掃引 (RAFS) レーザーシステムの開発
- 11) 広帯域可変波長コヒーレント光源の開発 (→C-22)
- a) ピコ秒高出力色素レーザー
- b) 反ストークス誘導ラマン法による真空紫外光の発生
- 12) 可変波長固体レーザーの開発
- a) アレキサンドライトレーザー
- b) QスイッチNd:YAGレーザー励起Ti-サファイヤレーザー (→C-19)

下に電離気体実験施設に設備されているレーザー装置の一覧表を示す。

### § 3. 工学部電気工学科におけるレーザー研究

工学部電気工学科では永年にわたり、色素レーザー・エキシマレーザー及びその応用についての研究を進めてきた。現在行なっている研究は以下の通りである。

- 1) 二光子共鳴四波混合法による可変波長XUVコヒーレント光源の計測
- 2) 炭素化合物における光CVD気相素課程のレーザー分光法による計測
- 3) 選択的レーザーイオン化光検知器 (SLIP) の開発 (→C-3)
- 4) 大気観測用ライダーの開発
  - a) 可搬型ソーラブラインドオゾンライダーの開発 (→C-5)
  - b) 可変波長固体レーザーのライダーへの応用
- 5) 全自動化色素レーザー分光計の開発
  - a) TEA N<sub>2</sub>レーザー励起色素レーザーの自動化 (→C-17)
  - b) 高感度フレームレス原子蛍光分光法の研究
- 6) 色素レーザーによるウラン同位体分離に関する研究

総合理工学研究科電離気体実験施設に設置されているレーザー装置

| レーザー                    | 形式                 | 波長          | 出力(パルス幅)       | その他                      |
|-------------------------|--------------------|-------------|----------------|--------------------------|
| エキシマレーザー                | ラムダEMG203LMSC      | 308nm       | 400mJ (20ns)   | 200Hz                    |
| エキシマレーザー                | ラムダEMG150MSC       | 193, 248nm  | 500mJ (20ns)   | 二放電管, 可同調                |
| エキシマレーザー                | X線予備電離(特注品)        | 308nm       | (10J, 80ns)    | 70×70mm <sup>2</sup> 開口  |
| パルス色素レーザー               | ラムダFL3002          | 330~1000nm  | 50mJ (20ns)    | エキシマ励起, SHG              |
| ピコ秒色素レーザー               | ラムダFL4000          | 440~700nm   | 0.5mJ (40ps)   | エキシマ励起, SHG              |
| TEACO <sub>2</sub> レーザー | ルモニクスTEA-101-2     | 10.6μm      | 4J (1μs)       | 単一モード可                   |
| TEACO <sub>2</sub> レーザー | ルモニクスTEA-601       | 10.6μm      | 75J (1μs)      | 90×115mm <sup>2</sup> 開口 |
| CWCO <sub>2</sub> レーザー  | アポロModel1570       | 10.6μm      | 50W (CW)       | 可同調・単一モード                |
| サブミリ波レーザー               | アポロModel1122       | 40~1200μm   | 0.1W (CW)      | CO <sub>2</sub> 励起       |
| Nd:YAGレーザー              | カンテルYG682          | 532, 1064nm | 1.5J (10ns)    | SHG (0.75J), 10Hz        |
| ピコ秒YAGレーザー              | カンテル(特注品)          | 532, 1064nm | 0.8J (300ps)   | SHG (0.3J), 10Hz         |
| ルビーレーザー*                | アポロ26142           | 694nm       | 10J (30ns)     | 0.3mrad                  |
| アルゴンレーザー                | コヒーレントinnova100-20 | UV, 可視      | 全色20W (CW)     |                          |
| リング色素レーザー               | コヒーレント699-01       | 530~700nm   | 1W (CW)        | アルゴン励起, SHG              |
| RAFS色素レーザー*             | 放電管励起(特注品)         | 450~700nm   | 100mJ (3~10μs) | 高速周波数掃引                  |
| アレキサンドライトレーザー*          | ライトエイジ101-PAL      | 720~800nm   | 0.5J (30ns)    | 可同調, 20Hz                |

\*は平成元年度設備予定の装置