

25pB01 第3ステージ非協同レーザートムソン散乱によるプラズマ計測の進展  
Development of the third stage incoherent laser Thomson scattering  
diagnostics of plasmas

村岡 克紀, 内野 喜一郎, 山形 幸彦, 宮崎 浩一<sup>1)</sup>  
九大総理工, 久留米高専<sup>1)</sup>

MURAOKA Katsunori, UCHINO Kiichiro, YAMAGATA Yukihiko and MIYAZAKI Koichi<sup>1)</sup>  
Kyushu Univ., Kurume Nat. Coll. Tech.<sup>1)</sup>

## 1. まえがき

非協同レーザートムソン散乱 (incoherent laser Thomson scattering, 以下では LTS と略記) 法による電子温度・密度測定法がプラズマ研究に果たした役割は, 1968 年の T-3 での実験<sup>1)</sup>によって核融合研究のその後の方向を決めたことによってプラズマ研究者に記憶され, またこの方法自体もその後広く用いられていることからプラズマ計測法の金字塔の一つである, ことによって再確認される。

著者らは, 過去 30 年以上にわたって LTS によるプラズマ計測法の開発を行ってきた。それらを総合して, 最近その発展を次の 3 つのステージに分類した。<sup>2)</sup> 第 1 ステージは上記 T-3 実験に代表されるように, レーザー 1 ショットでトムソン散乱プロファイルを得るもので, 電子密度  $10^{18} \text{ m}^{-3}$  以上を対象とする。第 2 ステージはそれ以下の密度を対象とするもので, 放電と同期した多数のレーザーショットによるデータ蓄積と微弱光計測のための光子計数法の併用が必須である。これらはそれぞれすでに計測法として確立したが, 本報で対象とする第 3 ステージ LTS は物体近傍プラズマを対象とするもので, 上記第 1,2 ステージとは異なる配慮が必要で, 現在発展途上にある。

## 2. 第3ステージ LTS の発展

1990 年代後半になって, 誘電体バリア放電 (DBD) に関する興味が高まってきた。これは大気圧近傍のガス圧で電極間に誘電体をはさんで放電させるもので, 誘電体上に電荷が蓄積して短時間に放電が終わるために高い圧力下であるにもかかわらず電子温度のみが高いグロー放電を容易に発生できるものである。現象自体は 19 世紀半ばから知られており, オゾン生成などに広く用いられてきたが, 最近の関心の高まりは主としてプラズマディスプレイパネル (PDP) の励起方法として有効であることによる。

前述の第 1,2 ステージ LTS 測定はバルクプラズマに関するもので, その計測系に特徴的なことは, 「バツフル」, 「ビューイングダンプ」などで特徴づけられる「迷光除去」のための部品の存在である。この迷光はレーザー光が入出射窓によるレーリ-散乱やそこでの汚れなどで乱散乱されたものが容器壁面などで何度か反射されて最終的に計測系の立体角内に入って受光されるもので, その抑制に上記「迷光除去」部品が必須であった。しかし DBD はその長さが 1 mm 前後であり, 特に PDP では壁面に沿ったプラズマ厚み数 100 ミクロンの放電を用いるので, その LTS 測定において従来のような「迷光除去」は極めて難しい。しかもプラズマ寸法も小さいので観測体積が小さくなるために信号観測にデータ積算が必要なことは第 2 ステージ LTS と同様である。

この問題を解決するために中心的な役割を果たしたのは, 3 回折格子分光器である。それにより, 中心波長から 1 nm 以上離れた波長で迷光減少率を  $10^{-8}$  にして, 壁面から 0.1 mm 位置での分布測定が行えた。<sup>3)</sup> その後の研究により, 空間分解能 50 ミクロン, 壁面からの距離 60 ミクロンまでの測定が可能になっている。

現在, 目標の空間分解能 10 ミクロンを目指して, 以下の各点から研究を進めている。

- (1) レーザービーム伝搬に際してのプロファイル制御, 特にビーム質評価値  $M^2$  を用いての計測系設計。
- (2) レーザービーム端の物体面との接触に際しての迷光の評価。
- (3) 分光器の迷光減少率の改善。
- (4) 分光器入口スリットにより決まる散乱体積と, 迷光信号比を基準にした最適化。

以上を基に第 3 ステージ LTS を開発すれば, 上記のようなバリア放電だけでなく各種放電での電極近傍のプラズマも LTS 測定の対象にできるので, 放電現象の解明にさらに大きな武器になると期待される。

## 参考文献

- 1) N. J. Peacock, D. C. Robinson, M. J. Forrest, P. Wilcock and V. V. Sannikov, Nature **224**, 448 (1968)
- 2) K. Muraoka, K. Uchino, Y. Yamagata, Y. Noguchi, M. Mansour, P. Suanpoot, S. Narishige and M. Noguchi, Plasma Sources Sci. Technol. **11** A143 (2002).
- 3) Y. Noguchi, A. Matsuoka, K. Uchino and K. Muraoka, J. Appl. Phys. **91**, 613 (2002).