

P36

レーザーによる長距離大気絶縁破壊におけるエアロゾルの影響 Effects of Aerosols on Laser-induced Air Break-down in the Atmosphere

今泉高宏・内海通弘・張 龍茂・馬場秀央・田中祀捷・村岡克紀
T. Imaizumi, M. Uchiumi, Y-M.Chang, H.Baba,
T. Tanaka and K. Muraoka

九州大学総合理工学研究科
Department of Energy Conversion, Kyushu University

In a plasma channel which is made by focus of a high-power laser, the density and the size of the plasma balls vary with the position. We have shown that it is possible to simulate the density and the size distribution based on the inverse bremsstrahlung process originated from the atmospheric particulates.

1. はじめに

誘雷技術の一つとして、大出力のレーザー光を集光した場合焦点近傍の光軸上に生成される不規則で離散的な多数のプラズマ球（プラズマチャネル）を利用するレーザー誘雷の研究が盛んに行われている。この実現のためには導電率の高いプラズマチャネルを長距離にわたって高密度で形成する必要があり、その最適化のためにはレーザーによる大気絶縁破壊のメカニズムを解明し、空間的・時間的にプラズマがどのように形成されるかを把握することが重要である。これまでのところ、清浄空気の場合に比べ微粒子（エアロゾル）が存在する場合、絶縁破壊のしきい値が低下し、大気中に存在する微粒子が核となって絶縁破壊が生じると考えられている。

そこで我々はCO₂レーザー(50J)を用いたプラズマ生成実験の結果と、計算機を用い微粒子の効果を考慮したシミュレーションを行いプラズマ生成のメカニズムの検討を行った。その結果プラズマの離散的分布の説明が可能になったので報告する。

2. 計算方法

レーザーによる大気絶縁破壊において、空気中にエアロゾルが存在すると、エアロゾルの蒸発にともなう逆制動輻射の増大により絶縁破壊に至るとされている。本モデルでは、エアロゾル粒径分布を仮定し粒径が大きいほど絶縁破壊しきい値が低下するので、あるサイズより大きいすべての粒径がプラズマ生成に加わると考える。また、光伝搬の式にプラズマによる減衰項をいれたものと、プラズマ粒径分布の変化の式を用いた。このときエアロゾル臨界粒子径は光束の増加に

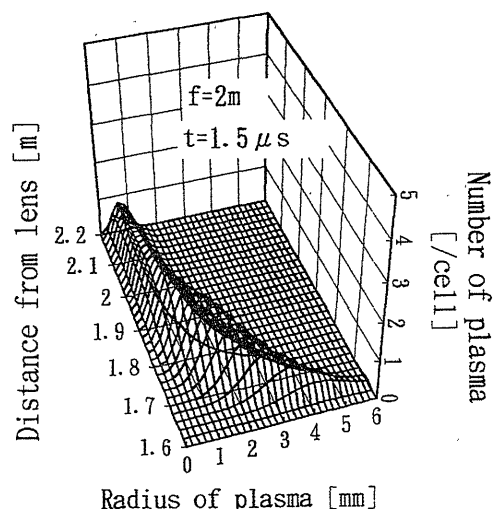


Fig.1. Plasma distributions

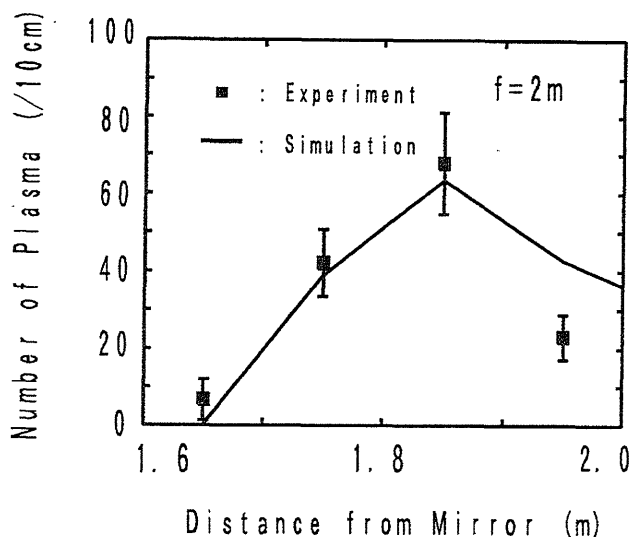


Fig.2. Density distribution of plasma

ともなって小さくなり、プラズマは光束に依存した速度で成長することが実験的にわかっており、これを経験則として用いた。各種パラメータは実験に基づいた値を用い、入射レーザ波形は90nsの波頭に12J、1.5 μ sの波尾に23.5J含まれるとし、また、エアロゾル粒子数密度は 1×10^8 [/m³]とした。

3. 結果と考察

Fig.1はプラズマ粒径分布のシミュレーション結果である。ミラー側に生成されるプラズマは比較的粒径が大きく、焦点側に近づくほど粒径の小さなプラズマが増える。これは、実際のプラズマ生成に見られる現象でも同様な傾向がある。次に、プラズマ粒子密度分布の比較をFig.2に示す。シミュレーション結果は実験結果と同様、焦点距離の20%の領域にプラズマが生成おり、山形の分布を示している。さらにレーザ光の減衰についても、実験では波尾部での減衰が著しく、この結果はシミュレーションの結果でも同様な減衰がみられ、定性的に実験と一致した。

今後、定量的議論を可能にするため、実験によりプラズマ生成のメカニズムや、レーザ光のプラズマによる回折・反射の影響を明らかにし、モデルの改善を行う予定である。

参考文献

- 1)新藤ほか：電力中央研究所報告、No.T91057
- 2)J.Reilly et al.: AAIA 10th FLUID PLASMA DYNAMICS CONFERENCE.
(1992)
- 3)D.E.Lencioni: Appl.Phys.Lett.Vol.23 No1(1973)