

平成 22 年 5 月 1 日現在

研究種目： 基盤研究(A)  
研究期間： 2007 ~ 2010  
課題番号： 19206089  
研究課題名(和文) P u s h - P u l l 複合推進の基礎研究

研究課題名(英文) Basic Study of Push-Pull Hybrid Propulsion

## 研究代表者

佐宗 章弘 (SASOH AKIHIRO)  
名古屋大学・大学院工学研究科・教授  
研究者番号：40215752

研究分野：工学

科研費の分科・細目：総合工学・航空宇宙工学

キーワード： 抗力、レーザーパルス、超音速流れ、プラズマ、数値流体力学

## 1. 研究計画の概要

レーザーパルスとアブレーションによる極めて短い時間の運動量、エネルギー作用を繰り返すことによって流れの時間平均的性質が大きく変化する物理機構を解明し、その性質を積極的に引き出すことによって小パワーで大幅な抗力低減を実現し、推進仕事の一部を抗力低減に費やしエネルギー効率の最適化を図る「Push-Pull 推進」の有効性を実証することを目的とし、超音速風洞を用いた実験と数値シミュレーションを行う。

## 2. 研究の進捗状況

本研究費で購入した高繰返しパルスレーザー(最高繰返し周波数 10kHz)で実現できるパワー付加条件に於ける抗力測定実験、内部診断実験、数値シミュレーションによる内部診断をほぼ完了した。レーザーパルスをモデル中心軸から導入する方法では、高繰返し周波数作動時に、流れ場とレーザー光線との干渉がおこり、実効的な投入パワーが低減することがわかった。そこで、風洞側面窓から直接レーザー光を導入するように、装置を改良した。その結果、繰返し周波数にほぼ比例する抗力軽減が得られた。この結果を踏まえて、平均パワーを一定にしてレーザーパルスエネルギーと繰返し周波数を変化させたとき、およびパルスエネルギーを一定にして繰返し周波数を変化させたときの抗力測定と流れ場の診断(光学可視化実験、数値計算)を行い、最適なパルスエネルギーがあることを見出した。理論的には、付加パワーが小さいほどエ

ネルギー付加効率は高くなるはずであるが、実験では余りパルス当たりのエネルギーが小さいと絶縁破壊時の吸収効率が低下するためエネルギー付加効率が低くなるためであると考えられる。光学可視化実験では、10kHzまでの繰返し周波数でのシュリーレン連続撮影に成功し、レーザー誘起低密度領域と衝撃層の干渉、バロクリニック効果による渦の生成を確かめることができた。この結果は、数値シミュレーションでも再現され、流れ場の状態量、速度分布の時間空間変化を詳しく捉えることができた。

## 3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している  
95% (論文執筆、公表がまだなされていない)

## 4. 今後の研究の推進方策

現在最終年度申請で基盤S研究に応募中(ヒアリング対象)。本研究の成果に基づいた発展研究を提案中。

## 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

1. Sakai T., "Supersonic Drag Performance of Truncated Cones With Repetitive Energy Depositions," *International Journal of Aerospace Innovation*, Vol.1, No.1, 2009, pp.31-43. (査読あり)

2. Sakai, T., Sekiya, Y., Mori K., Sasoh, A.,  
“Interaction Between Laser-Induced Plasma  
and Shock Wave Over a Blunt Body in a  
Supersonic Flow,” *Proceedings of the  
Institution of Mechanical Engineers, Part G,  
Journal of Aerospace Engineering*、Proc.  
IMEchE, Vol. 222, Part G: Journal of  
Aerospace Engineering, 2008, pp. 605-617.  
(査読あり)
3. Sakai T., “CFD Simulation of Laser-Ablative  
Impulse Generation on Aluminum Target,”  
*Journal of Space Technology and Science*  
Vol22. No.2 pp.1-10, 2007. (査読あり)

[学会発表] (計 12 件)

1. 酒井武治, 関谷洋平, 松田淳, 佐宗章弘「繰  
返しエネルギー注入による超音速流中の  
円錐台形状物体の抗力低減効果」, 平成 20  
年度衝撃波シンポジウム, 愛知県名古屋市  
春日井市, 2009 年 3 月 18 日
2. Yohei Sekiya, Jae-hyung Kim, Rosli Rizal,  
Atsushi Matsuda, Takeharu Sakai, and Akihiro  
Sasoh, “ Supersonic Drag Reduction Using  
Repetitive Laser Pulses, ”27th International  
Symposium on Shock Waves, St-Petersburg,  
Russia, July 22, 2009.
3. 松田 淳, 関谷洋平, 金 宰亨, 酒井武治,  
佐宗章弘「超音速流中でのパルスレーザー  
エネルギー繰り返し注入による抗力低減  
効果」第 46 回中部・関西合同秋期大会、  
京都大学、2009 年 11 月 27 日