

仮想エアロスパイク(DEAS)に関する極超音速風洞実験

丹羽史彰 (帝京大学大学院), 櫻井鷹哉 (帝京大学大学院), 久保田弘敏 (帝京大学理工学部)

実験期間: 平成 24 年 1 月 30 日から 2 月 3 日

将来の宇宙輸送システムであるスペースプレーン (完全再使用型宇宙往還機) は、航空機のように地上から出発し、宇宙空間で活動した後、地上に帰還する。スペースプレーンは超高速で飛行するため、過酷な空力加熱を受け、その熱防御が必要であるが、同時に上昇時の大きな空力抵抗を軽減する必要がある。その観点から、本研究では特に空力抵抗の軽減を目的として、物体前方にレーザーで誘起された熱源を起し、仮想のエアロスパイクをつくるという Directed Energy Air Spike (DEAS) の概念を適用し、種々の問題や空力抵抗に対しての効果を検証する。

平成 22 年度の風洞実験では、直径 40[mm] の半球物体の実験模型を使用し、レーザー誘起によって仮想スパイクとなる熱源 (プラズマ) を実験模型の前方に生成し、ハイスピードカメラを用いたシュリーレン法による流れの可視化を計 7 回行ったが、有意な結果を得ることができなかった。測定部内部は約 200 [Pa] まで減圧されており、ブレイクダウンが起きにくくなったことが原因だと考えられる。

今年度の実験では、平成 22 年度の風洞実験結果を踏まえ、新たにエアロスパイクを模型に取り付け、エアロスパイク先端にレーザーを集光させることにより、局所的な高圧領域が生じ、ブレイクダウンの実現が容易になると予想される。平頭、半球、円錐と先端形状の異なる 3 種類のエアロスパイクを使用した結果、シュリーレン法による流れの可視化に成功した。エアロスパイクの長さはすべて 40[mm] である。また、スパイク形状による衝撃波角は、平頭スパイクが大きく、円錐スパイクが小さい。また、どのエアロスパイクにおいても、エアロスパイク先端部で誘起されたプラズマがマッハ数 7 の気流中において、後方に流されていく様子が確認できた。さらに流されたプラズマの衝撃波が模型全面に接触し、反射している様子も確認することができた。図 1 はプラズマ生成前の画像、図 2 はプラズマ生成後 20 μ sec 経過したときの画像であり、エアロスパイクの衝撃波とプラズマが干渉していることがわかる。このことから DEAS の可能性が予見できる。

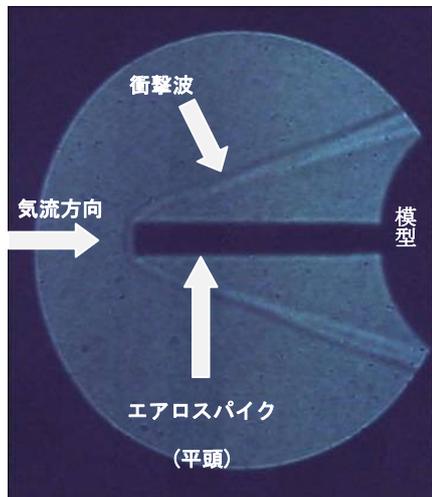


図 1. プラズマ生成前の定 流れ

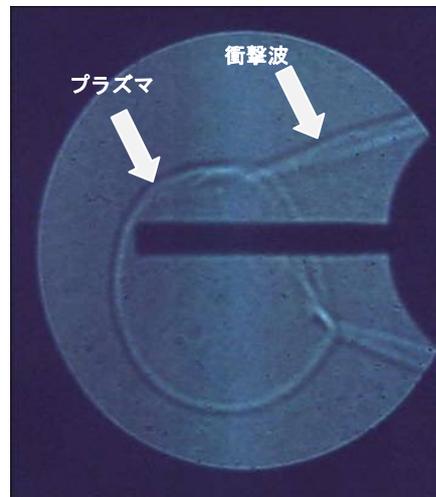


図 2. プラズマ生成後 20 μ sec

参考文献

1. 櫻井鷹哉: 仮想スパイク (DEAS) に関する極超音速風洞実験、帝京大学理工学部 2010 年度卒業論文、2011 年。
2. Fumiaki Niwa: Hypersonic wind tunnel experiment regarding Directed Energy Air Spike (DEAS), The 28th International Symposium on Space Technology and Science.
3. 丹羽史彰, 櫻井鷹哉, 久保田弘敏: 仮想エアロスパイクに関する極超音速風洞実験, 第 43 回流体力学講演会/航空宇宙シミュレーション技術シンポジウム講演集 2011.
4. 丹羽史彰: 極超音速における仮想エアロスパイク (DEAS) の効果、帝京大学大学院理工学研究科 2011 年度修士論文、2012 年。