

DBD プラズマアクチュエータにおける放電・誘起流れの連成数値解析

報告書番号：R18JACA16

利用分野：JSS2 大学共同利用

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2018/8967/>

● 責任者

大西直文, 東北大学

● 問い合わせ先

大西 直文(Ohnishi@rhd.mech.tohoku.ac.jp)

● メンバ

大西 直文, 佐藤 慎太郎

● 事業概要

新たな能動的流体制御デバイスとして DBD (Dielectric Barrier Discharge) プラズマアクチュエータが注目されている。本事業では高速気流中での剥離制御を目指して、放電過程に着目することで誘起速度増大のための知見を得ることを目的とする。

参考 URL: <http://www.rhd.mech.tohoku.ac.jp>

● JSS2 利用の理由

放電過程の計算には荷電粒子の運動と同時に電場を解く必要があり、計算負荷の大きい Poisson 方程式を毎計算ステップ解かなければならない。さらに時間スケールがナノ秒オーダーの放電過程とミリ秒オーダーの誘起流れ場を取り扱うためにスパコンでの計算が必要不可欠である。

● 今年度の成果

本年度では、ナノ秒パルス電圧を印加した時の放電・誘起流れの連成数値解析を実施した。特に、印加する電圧の極性が放電過程や誘起される流れに与える影響について調べるために、正極性パルスと負極性パルスを印加した時の計算をそれぞれ実施した。その結果、放電形態は極性によって変化し、また空気の加熱として投入されるエネルギー量も異なることがわかった。正極性パルスを印加した場合は広範囲に渡って空気が加熱されることに対して、負極性パルスを印加した場合は加熱領域は局所的になり、加熱の結果生じる衝撃波の構造も変化することが明らかになった (図 1)。今後は、例えば一様流がある状況での連成数値解析を行い、気流制御において重要となる放電過程の調査を行う予定である。

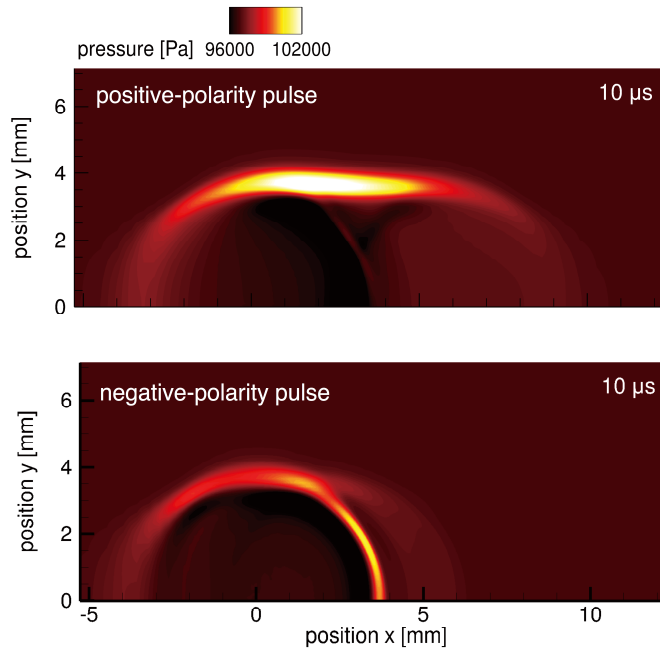


図 1: パルス放電後の中性粒子の圧力分布（ $x=0$ の位置に露出電極端を設置）

● 成果の公表

-査読なし論文

S. Sato, M. Takahashi, and N. Ohnishi, "Discharge process and gas heating effect in nanosecond-pulse-driven plasma actuator", AIAA Paper 2019-1001.

-口頭発表

佐藤慎太郎, 高橋聖幸, 大西直文, "ナノ秒パルス電圧を用いたプラズマアクチュエータにおける放電・誘起流れの数値解析", 第 50 回流体力学講演会/第 36 回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム, 宮崎市民プラザ, 2018 年 7 月.

佐藤慎太郎, 古川晴基, 高橋聖幸, 大西直文, "電気流体力の生成に適したプラズマアクチュエータの提案", 日本機械学会 2018 年度年次大会, 関西大学 千里山キャンパス, 2018 年 9 月.

S. Sato, M. Takahashi, N. Ohnishi, "Numerical analysis of surface dielectric-barrier-discharge and gas heating effect for application of aerodynamics", 71st Gaseous Electronics Conference, Portland, Oregon, November 2018.

S. Sato, M. Takahashi, N. Ohnishi, "Discharge process and gas heating effect in nanosecond-pulse-driven plasma actuator", AIAA SciTech 2019 Forum, San Diego, California, January 2019.

佐藤慎太郎, "プラズマアクチュエータの高集積化・低電圧化に向けた研究", プラズマ流の基礎と応用に関する研究会, 東北大学, 2019 年 2 月.

-ポスター

佐藤慎太郎, 古川晴基, 高橋聖幸, 大西直文, "低電圧で作動する高集積プラズマアクチュエータの提案とその実証", プラズマアクチュエータ研究会第 6 回シンポジウム, つくば, 11 月.

● JSS2 利用状況

● 計算情報

プロセス並列手法	MPI
スレッド並列手法	非該当
プロセス並列数	160 - 640
1 ケースあたりの経過時間	72 時間

● 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.12

内訳

計算資源		
計算システム名	コア時間(コア・h)	資源の利用割合※2 (%)
SORA-MA	1,067,486.85	0.13
SORA-PP	3,451.39	0.03
SORA-LM	0.00	0.00
SORA-TPP	0.00	0.00

ファイルシステム資源		
ファイルシステム名	ストレージ割当量(GiB)	資源の利用割合※2 (%)
/home	195.50	0.20
/data	9,813.31	0.17
/ltmp	2,929.69	0.25

アーカイバ資源		
アーカイバシステム名	利用量(TiB)	資源の利用割合※2 (%)
J-SPACE	3.47	0.12

※1 総資源に占める利用割合 : 3 つの資源(計算, ファイルシステム, アーカイバ)の利用割合の加重平均

※2 資源の利用割合 : 対象資源一年間の総利用量に対する利用割合