

DBD プラズマアクチュエータを用いたフィードバック流れ制御技術に関する研究

報告書番号：R18JACA26

利用分野：JSS2 大学共同利用

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2018/8972/>

● 責任者

浅田健吾, 東京理科大学

● 問い合わせ先

浅田 健吾 (asada@rs.tus.ac.jp)

● メンバ

浅田 健吾, 小川 拓人

● 事業概要

ロケットや航空機, 自動車といった様々な輸送機周りの流れを, プラズマ放電を利用した DBD プラズマアクチュエータと呼ばれるデバイスを用いることで制御し, 高効率で堅牢な輸送機システム開発を実現する. 時々刻々と変化する流れに対応するため, 本事業では 3 次元非定常流れのシミュレーションを行い, フィードバック制御手法の開発・実証を行う.

● JSS2 利用の理由

圧縮性流体解析ソルバ LANS3D を用いた 3 次元非定常流れ解析(高忠実度 LES)を行うため.

● 今年度の成果

DBD プラズマアクチュエータ(以下 PA)を用いた NACA0015 翼周り流れの剥離制御において, 高忠実度ラージエディシミュレーションを実施し, 昨年度の本事業において制御効果が確認されているフィードバック制御モデルのより詳細な検証を行った. 検討する制御モデル(図 1)は, 翼面上に配置した圧力センサーの値が急激に低下した際に渦が通過したと判断し, 渦の通過に応じて翼前縁付近に配置したアクチュエータの ON/OFF を切り替える制御モデルである. 昨年度においては, 制御モデルの初期検証として 1 つの流れ条件のみに限定して計算を実施したが(迎角 12 度), 今年度はより幅広い流れ条件において計算を実施した(迎角 14, 16, 18 度). 図 2 にそれぞれの迎角において制御を実施したときの揚力係数(CL)を示す(DTM:提案する制御手法, Burst:バースト駆動, Baseline:非制御). いずれの迎角でも本制御モデルは非制御時と比較して高い揚力を示している. また一定の有効性が検証されているバースト駆動(ON/OFF を一定周期で切り替える駆動方式)と比較しても, 安定して高い翼性能を得ることが確認できた. 図 3 に, 迎角 14 度において制御を実施したときの翼周り流れにおける速度勾配テンソルの第二不変量の等値面を圧力係数で色付けしたものを示す. 翼面付近を 2 次元的渦構造が

移流していることがわかる。これらの渦構造は本制御モデルにおいて PA が ON/OFF を 1 回繰り返す毎に 1 つ生成されており、本制御モデルが主流環境(迎角)によらず渦の移流を整えることで、高い翼性能を得ることがわかった。

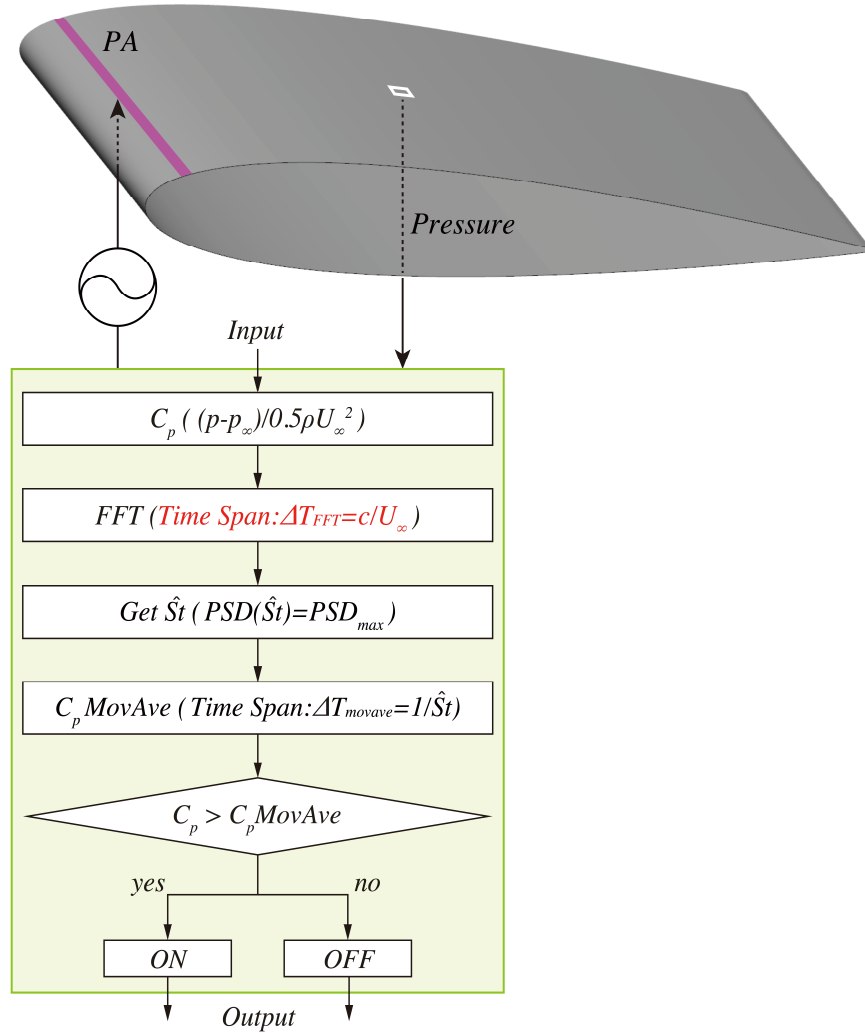


図 1: 提案する翼流れフィードバック剥離制御モデル

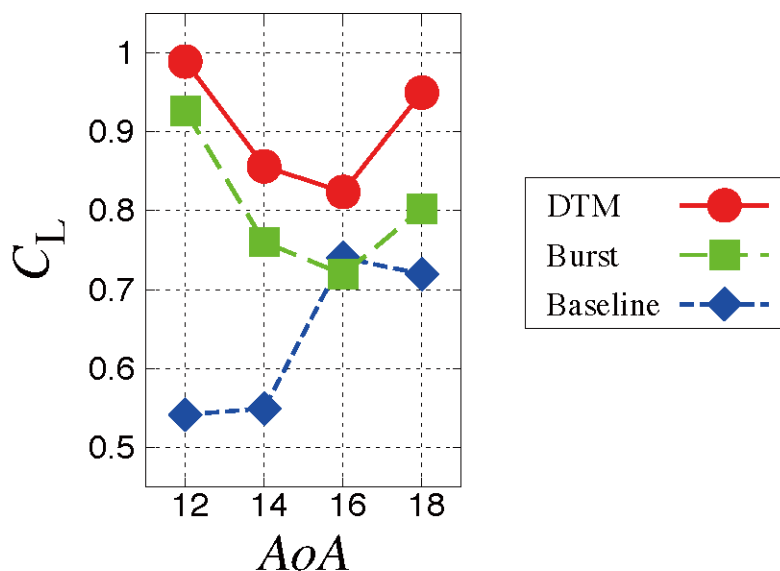


図 2: 各迎角における揚力係数(C_L)

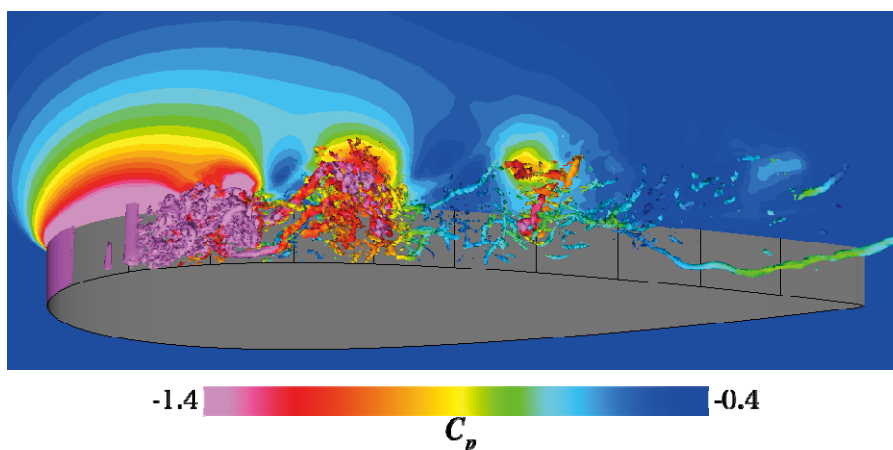


図 3: 迎角 14 度における瞬間流れ場

● 成果の公表

-査読なし論文

Ogawa, T., Asada, K., Sekimoto, S., Tatsukawa, T., and Fujii, K., "Feed-back Control of Stall Separation with DBD Plasma Actuator by Detecting Vortex Passing over an Airfoil," AIAA Scitech 2018, Kissimmee, Florida, 2018. AIAA 2018-1059.

小川拓人, 浅田健吾, 関本諭志, 立川智章, 藤井孝藏, "DBD プラズマアクチュエータを用いたフィードバック翼流れ剥離制御の LES -渦移流に伴う翼面圧力変動を利用した制御則の検討-", 第 32 回数値流体力学シンポジウム, 217, 2018

● 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	OpenMP
プロセス並列数	79 - 84
1 ケースあたりの経過時間	30 時間

● 利用量

総資源に占める利用割合^{※1} (%) : 0.28

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	2,516,926.95	0.31
SORA-PP	0.00	0.00
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	52.45	0.05
/data	20,197.92	0.36
/tmp	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	0.00	0.00

※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