

マイクロプラズマアクチュエータの表面分布法の検討

報告書番号：R23JACA47

利用分野：JSS 大学共同利用

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2023/24088/>

● 責任者

松野隆, 鳥取大学

● 問い合わせ先

松野 隆(matsuno@tottori-u.ac.jp)

● メンバ

秦 力也, 長谷川 奈南, 金崎 雅博, 森澤 征一郎, 松野 隆, 西村 大生

● 事業概要

プラズマアクチュエータ (PA) は放電プラズマを利用した流体制御デバイスであり, プラズマの移動によって平滑な物体表面から壁面噴流が生成できるという, 流体力学的に非常に応用価値の高い特徴を持つ. 近年申請者らにより小スケールの PA を多数用いることにより, 表面に体積力分布を与える方法が提案されている. 本研究では高速流の境界層制御を念頭に置き, 3次元境界層の速度プロファイルを任意に制御するための PA 適用手法とその最適化手法について知見を得ることを目的とする.

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

計算コストが高い大規模な 3次元流体解析と空力設計を行うためにはスーパーコンピュータの演算能力が必要である. また JAXA JSS3 は空力解析ツールの利用環境が整っており研究に最適である.

● 今年度の成果

今年度は, 昨年度に引き続き, 本研究に適用する最適設計手法の応用とデータマイニング手法について研究を実施した.

最適設計手法の応用においては, ベンチマーク問題として二次元単純形状に対する剥離抑制デバイスを対象とした設計探索を行い, 実問題に対する設計手法の有効性を検証した. 設計探索においては, RANS 計算による空力解析を行うとともに, 開発された最適設計ツールを用いて最適化問題を解き, 最適設計手法と, それにより得られたデータのマイニング手法の有効性を調べた. 数値計算には JAXA で開発された FaSTAR を用いた. またグリッド生成には同じく JAXA で開発された自動格子生成ソフトウェアである HexaGrid を用いた. 計算格子は 20 万点規模と小さい. 最適設計では多数の設計点からスプライン関数で形状を定義し, これを種々変更し格子を自動生成しながら数百サンプルを解析し解探索を行った.

図1に解析の一例として設計探索結果の散布図行列を示す。二次元角柱に適用した剥離抑制デバイスの前方への突出し量 (x/H)、側面への張出量 (z/H)、前縁曲率 ($x_{\text{curv.}}$)、側面曲率 ($z_{\text{curv.}}$) と抵抗係数 (Cd) の関係が示されている。青点は Cd が 50%以上削減された群を示す。抵抗係数が低減したデバイス形状の特徴として、横方向の張出しよりも前方への突出し長さが長く、フェアリング先端の曲率は大きい一方で側面の曲率は小さく流れ方向と平行に近いことがわかる。これらの解析手法を用いることで、目標であるマイクロ流体デバイスの最適設計と、その有効配置の特徴抽出が可能であることを確かめた。

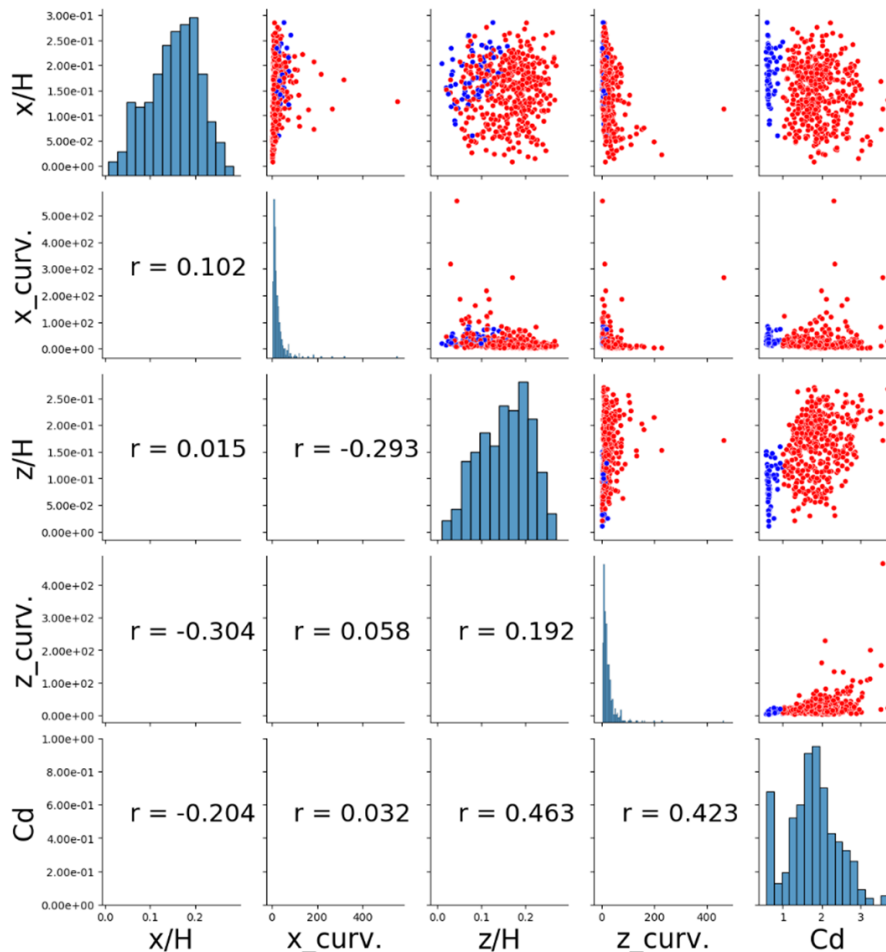


図1: 流体制御デバイス形状の特徴量および抗力係数の散布図行列

● 成果の公表

-口頭発表

西村大生, 南角卓弥, 中川巧, 松野隆, "ブラフボディ前方の剥離流れを制御するデバイスの設計探索", 日本機械学会中国四国支部第62期講演会, 05c1, 2024年3月.

● JSS 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	12 - 48
1 ケースあたりの経過時間	15 分

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.00

内訳

計算資源		
計算システム名	CPU 利用量(コア・時)	資源の利用割合※2 (%)
TOKI-SORA	3.68	0.00
TOKI-ST	495.27	0.00
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	0.00	0.00
TOKI-TST	0.00	0.00
TOKI-TGP	0.00	0.00
TOKI-TLM	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	163.33	0.14
/data 及び/data2	12,913.00	0.08
/ssd	0.00	0.00

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

● ISV 利用量

ISV ソフトウェア資源		
	利用量(時)	資源の利用割合※2 (%)
ISV ソフトウェア(合計)	0.00	0.00

※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