

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：R22JACA47

利用分野：JSS 大学共同利用

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2022/20595/

● 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

星 健夫, 秦 力也, 金崎 雅博, 菊地 大輔, 岸 祐希, 森澤 征一郎, 松野 隆, 南角 卓弥, 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, 昨年度の成果をもとに, 主に最適設計手法の応用とバリデーション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, 二次元非対称任意形状を対象とし, RANS により数値解析・空力解析を行うとともに, 最適設計ツールを用いて多目的最適化問題を解き, 最適設計手法と, それを用いる際の設計変数縮約手法について有効性を確認した. 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 10 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 2 は設計探索のサンプル分布である. 目的関数に関する初期サンプルと追加サンプルの評価値を示す. 設計点は当初の 20 変数から, 本研究で開発された変数縮約手法で 4 変数まで減らしている. 図

1 に選択された設計点位置を示す。本最適化は Cd の最小化と Cl の最大化を目的としているため、最適方向は散布図左上向きとなる。初期サンプルは三角形、追加サンプルは正方形で示されている。追加サンプルの多くが初期サンプルより左上の最適方向に集まっていることがわかり、適切に解探索が行われている。特にパレート面前縁付近でサンプルが密集しており、非劣解の探索が効率的に進んでいることが分かる。

図 3 はパレート面上の解サンプルの形状とそのマッハ数分布である。Sample A は Cd, Cl ともに小さい解であり、薄板状の翼形状が得られている。Sample B はサンプル内で L/D が最大のサンプルである。一般的なキャンバー付き翼型同様の形状が得られており、変数縮約による限られたサンプル点で要求仕様に沿う形状が得られることを示した。

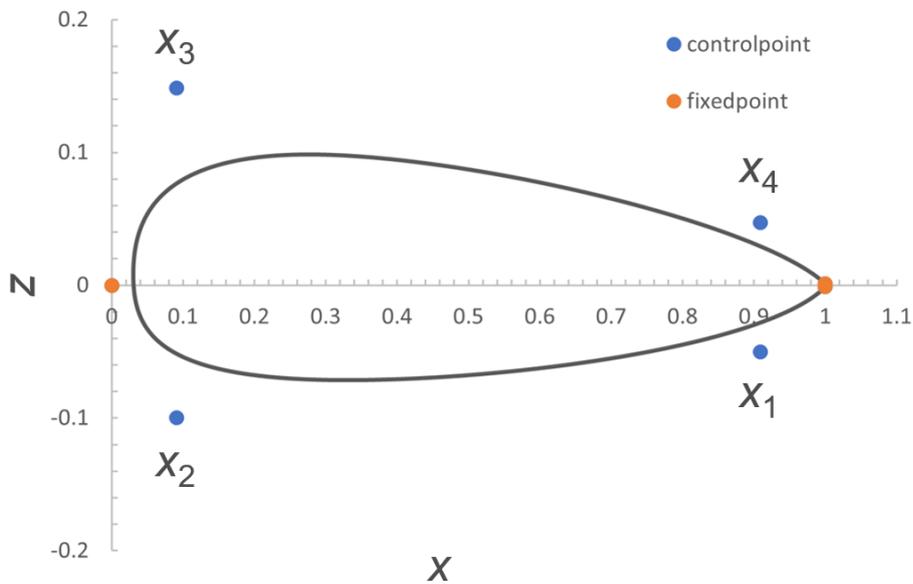


図 1: 選択された設計点位置

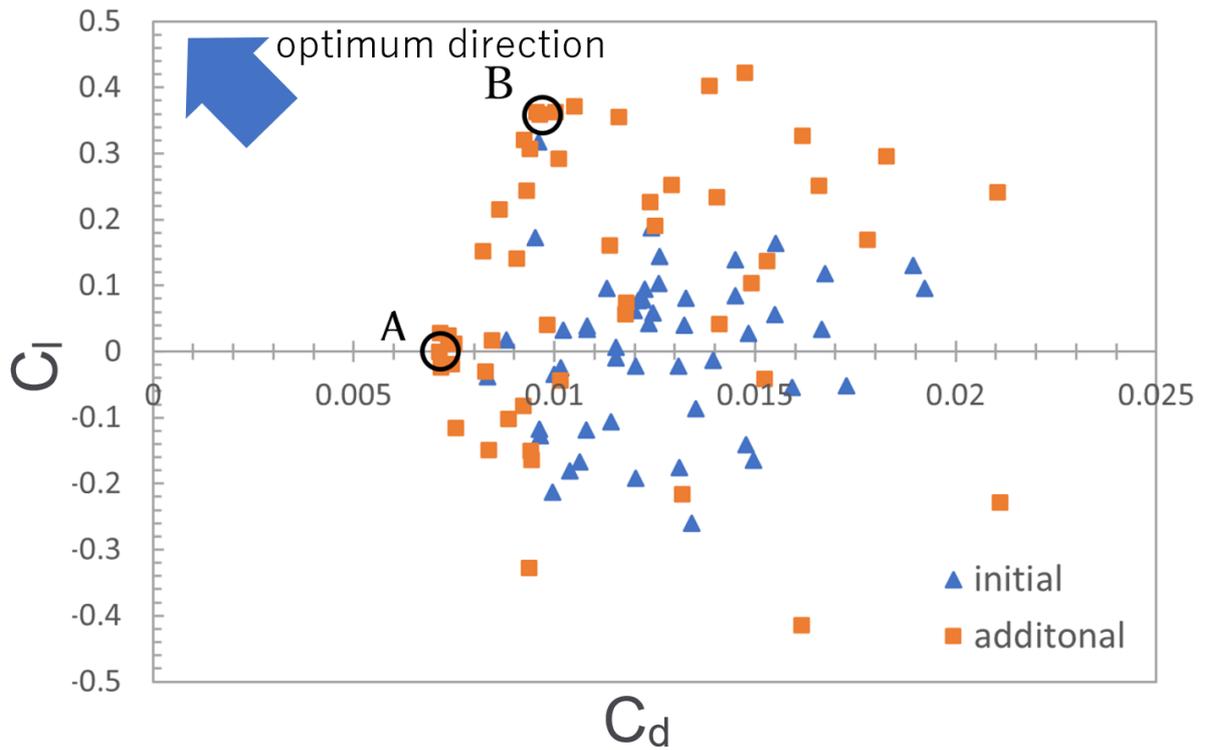


図 2: 設計探索のサンプル分布

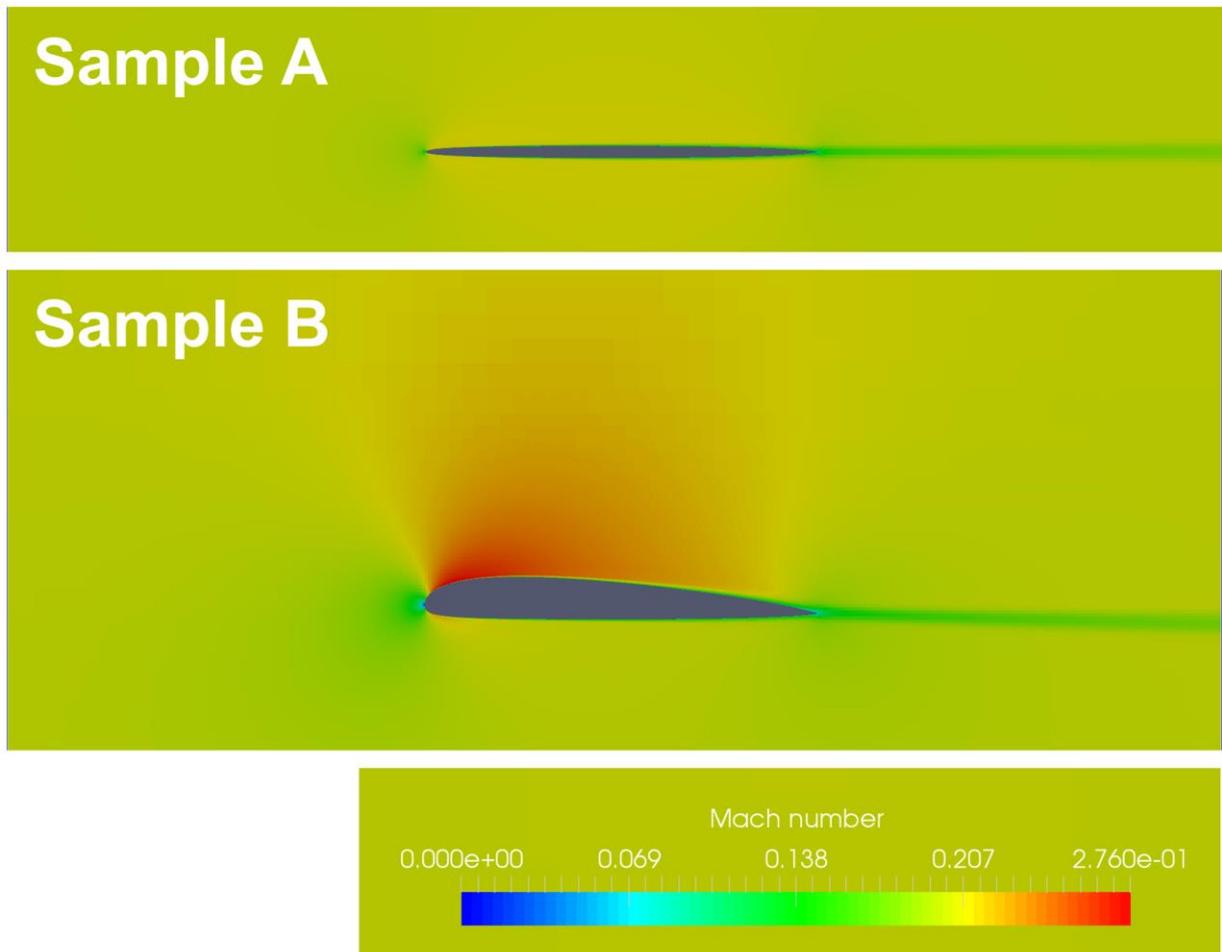


図 3: パレート面上の解サンプルの形状とそのマッハ数分布

● **成果の公表**

-口頭発表

松野 隆, 樋口隆浩, 岡田慎太郎, 南角卓弥, 金崎雅博, "設計空間の縮約による多自由度形状の空力最適化," 第14回最適化シンポジウム 2022 (OPTIS2022), U00075, 2022.

南角卓弥, 西村大生, 松野隆, "商用車前方剥離流れを抑制するデバイスの設計探査," 日本機械学会中国四国支部第61期講演会, 06a5, 2023.

● **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 - 1000
1 ケースあたりの経過時間	12 時間

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.24

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	6,148,046.82	0.27
TOKI-ST	91,629.18	0.09
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	4,610.88	0.31
TOKI-TST	0.30	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	463.33	0.42
/data 及び/data2	17,853.67	0.14
/ssd	386.67	0.05

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	2.02	0.01

※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)	467.55	0.33

※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