

# 大規模シミュレーションによるマイクロデバイスを利用した輸送機器設計革新技術の産業利用拡大



## 研究背景

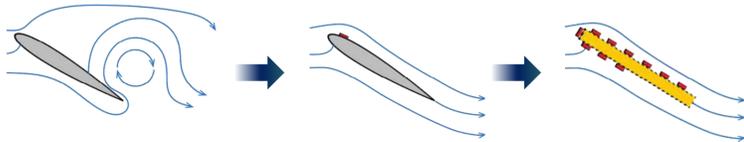
### 輸送機器・流体機器の高効率化と低騒音化



形状工夫による性能向上は極限まで洗練

既存の流体機器の設計概念を超越した革新的な設計概念  
「マイクロデバイスによる流体制御を前提とした流体機器設計」

を提案



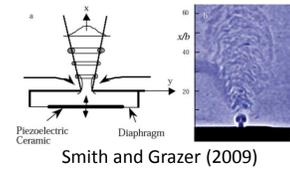
流体機器設計のブレイクスルーをおこし、新たな輸送機器・流体機器の創出を目指す

## マイクロデバイスによる流体制御

全体の流れ場を能動的に制御

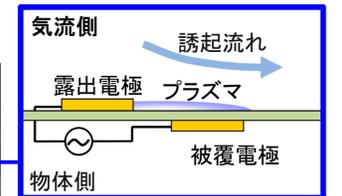
- ▶ シンセティックジェット
- ▶ アクティブディンプル
- ▶ DBDプラズマアクチュエータ

シンセティックジェット



- 誘電体バリア放電(DBD)を利用し、非定常流れを誘起
- 剥離流の制御、壁面摩擦応力の低減に利用
- 主に航空工学分野で発展

DBDプラズマアクチュエーター



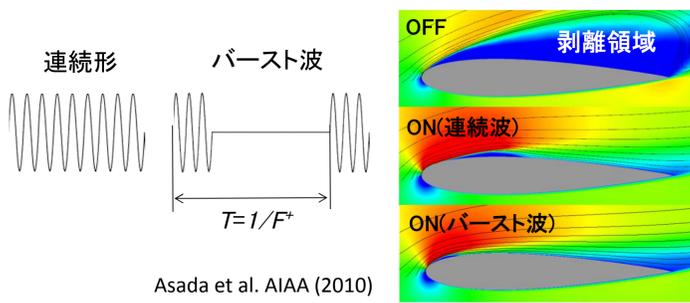
特徴

- 単純な構成装置
- 可動箇所がない
- 重量・サイズが小さい
- 入力に対する高い応答性
- 低消費エネルギー

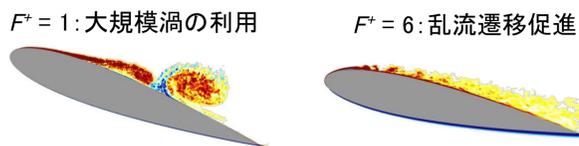


## これまでの翼流れ剥離制御の研究

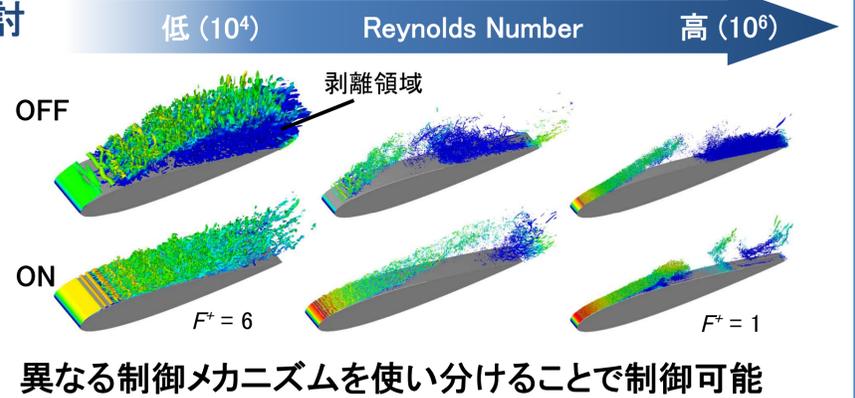
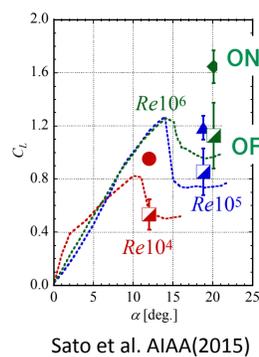
### 剥離制御メカニズムの解明



- ▶ バースト波を用いることで効果的に剥離領域を抑制
- ▶ 入力波形によって異なる支配的な制御メカニズム
  - 連続波: 運動量投入
  - バースト波



### スケール効果の検討

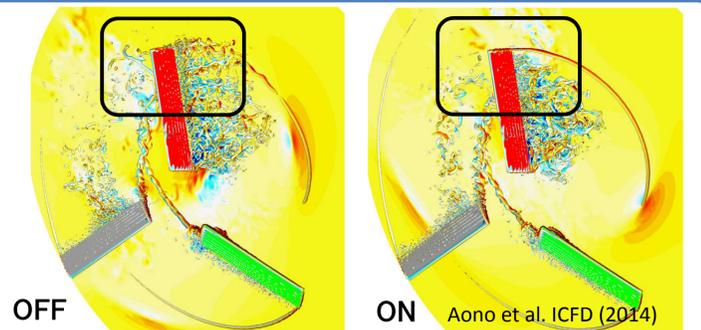


異なる制御メカニズムを使い分けることで制御可能

### 風車流れの制御

翼中央から翼端部に生じる剥離渦がアクチュエータの駆動によって減少

※ 成果の多くは「HPCI戦略プログラム 分野4 次世代ものづくり 研究課題1」によって得られたものです



## 研究の目的・概要

### 翼型以外の流体機器への展開

- ▶ HPCIのプロジェクトをはじめとする過去の研究によって翼流れ制御は実用化へ近づきつつある
- ▶ 航空応用や回転機器以外にも流れ制御が有効であることが多く存在 e.g. 自動車・列車などの輸送機器、及びそれらに付随する突起形状等

### 研究目的

航空工学や回転機器以外へのプラズマアクチュエータによる剥離制御の応用が高い可能性を持っていることを示す

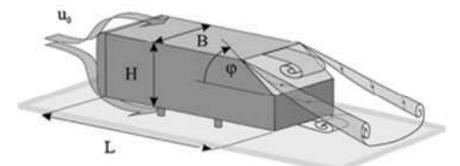


### 高解像度スキームを用いたLES

- ▶ 後流流れ場の理解(長手・スパン方向渦)、制御の提案
- ▶ 3次元形状周り流れ ( $Re=10^5 \sim 10^6$ ) の大規模シミュレーション (高解像度スキームを用いたLarge-eddy simulationの実施)

### 計算対象

- 自動車の一般化形状モデル
- 3次元的な台形形状



Ahmed et al. (1984)

### 計算手法

- 支配方程式: 空間フィルタを施した圧縮性Navier-Stokes方程式
- 空間離散化: 6次精度コンパクト差分+10次精度フィルター
- 時間積分: 2次精度陰解法 (ADI-SGS法)