

平成30年度北海道大学情報基盤センター萌芽型共同研究成果報告書

1. 研究類型 A) 計算資源利用型

2. 研究課題名 進化型最適化法と高速 CFD による高 Fidelity 空力計算に基づく汎用最適設計フレームワークの構築

3. 研究期間 平成30年12月18日（採択日） ～ 平成31年3月31日

4. 研究代表者

氏名	所属機関・部局名	職名	備考
金崎雅博	首都大学東京大学院システムデザイン研究科	准教授	

5. 研究分担者

氏名	所属機関・部局名	職名	備考
渡邊真也	室蘭工業大学大学院工学研究科	准教授	
棟朝雅晴	北海道大学情報基盤センター	教授	
千葉一永	電気通信大学大学院情報理工学研究科	准教授	
藤川貴弘	九州工業大学大学院工学研究院	助教	
松野隆	鳥取大学大学院工学研究科	講師	
村上桂一	国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構	主任研究員	
林謙司	宇宙航空研究開発機構	システムエンジニア	
橋高洋人	首都大学東京大学院システムデザイン研究科	博士前期課程1年	

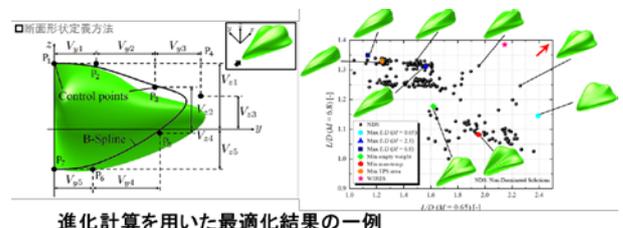
6. 共同研究の成果

下欄には、当該研究期間内に実施した共同研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、共同研究申請書に記載した「研究目的」と「研究計画・方法」に照らし、800字～1,000字で、できるだけ分かりやすく記載願います。文章の他に、研究成果を端的に表す図表を貼り付けても構いません。なお、研究成果の論文・学会発表等を行った実績（発表等の予定を含む。）があれば、あわせて記載して下さい。

航空宇宙分野では産学と JAXA が連携するなどして、JAXA で開発された汎用流体計算（Computational Fluid Dynamics: CFD）コード FaSTAR の応用的研究が進められてきた。FaSTAR はワークステーションからスパコンまで、任意の環境により動作でき、設計などの応用的研究が進められている。こうした取り組みにおいて、今後広く次世代の航空機宇宙機の空力設計へ適用されるためには、手法の汎用性を示すことが必須であり、応用性を示すことを大きな目的として、次の研究を遂行した。

① 空力形状最適化フレームワークの構築

進化計算法と形状融通性の高い形状定義法により、有翼式宇宙往還機の形状を対象に大域的な多目的最適化を行った。設計目的は、超音速、遷音速、亜音速の角速度域における揚力抗力比の他、極超音速域での空



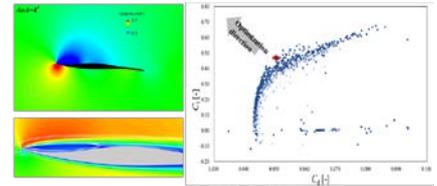
(研究成果のつづき)

力加熱とした。結果、多様な解を求めることができ、遷音速と超音速の空力性能に相反関係があることなどが分かった。

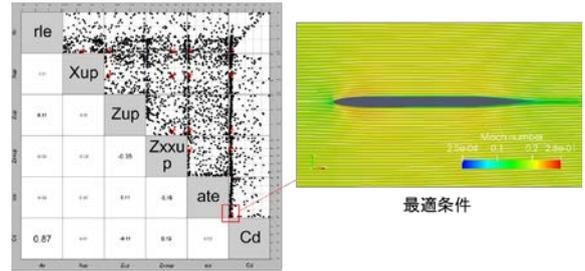
② 二次元翼型最適化と流体制御機構の研究

ドローンなどに用いることができる翼型データセットを構築することを目的として、低レイノルズ数流れにおける、抵抗係数最小化と揚力係数最大化の2目的問題を解いた。多目的進化計算の結果、両目的関数は相反の関係にあるが、最適方向の非劣解にある形状が高い揚抗比を示すことが分かった。また、発見的手法でなければ得難い、小型の昆虫でも見られる流れのメカニズムを活用した設計解を得ることができ、進化計算法による解の多様性を示した。

また、多数分散型プラズマアクチュエータ (PA) の駆動シミュレータを構築し、2次元ブラフボディ形状を対象に、物体形状と多数 PA の設置位置・駆動条件をともにパラメータとして空力最適化を行った。最適化試験の結果、想定された通り細長物体上で強い PA 駆動を行った場合に抵抗係数が最小となり、本手法が有効に解探索可能であることを確かめた。



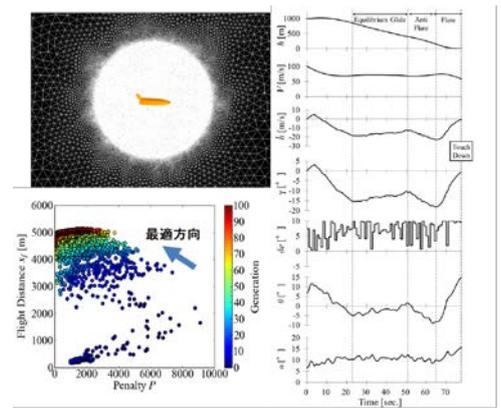
低レイノルズ数翼型の最適化結果



2次元ブラフボディの抵抗係数最小化結果

③ 複雑形状に対する空力計算と飛行計算との連成による経路最適化

最適設計フレームワークを応用し、有翼型往還機の経路最適化を行った。舵面制御の最適化を目的とし、数値流体力学と飛行計算の連成評価に対する最適化を行った。設計目的は、飛行距離最大化と着陸時の高度方向速度の最小化とした。結果として、飛行距離と本来は0となる必要がある高度方向速度には緩やかな相反関係があることが分かった。また、世代ごとに最適方向に解が求められ、最適化アルゴリズムが意図したとおりに動作することを確認した。



有翼型宇宙往還機の空力-飛行連成評価と軌道の最適化