

卓越した大学院拠点形成支援補助金  
「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」  
平成 25 年度 博士課程後期学生（国際）会議派遣 参加報告書

氏名／専攻・学年 Name / Department	苗村 伸夫／航空宇宙工学専攻・博士課程後期 1 年
学会名 Conference's name	AIAA Science and Technology Forum and Exposition 2014
開催地 Venue (Name of the facility, city & country)	Gaylord National Resort & Convention Center, National Harbor, Maryland, U.S.A.
日程 Conference period	平成 26 年 1 月 13 日 ～ 平成 26 年 1 月 17 日
発表タイトル Presentation Title	Efficient Global Optimization of Vortex Generators on a Super Critical Infinite-Wing Using Kriging-Based Surrogate Models
<p>【発表概要 Brief summary of your presentation】</p> <p>Multi-objective optimization of vortex generators (VGs) on a transonic infinite-wing is performed using computational fluid dynamics (CFD) and the multi-objective genetic algorithm (MOGA) coupled with surrogate model. VG arrangements are defined by five design variables: height, length, incidence angle, chord location, and spacing. The objective functions are to maximize lift-drag ratio at low angle of attack, to maximize lift coefficient at high angle of attack, and to shift chordwise separation location to downstream at high angle of attack. In order to evaluate these objective functions of each individual in MOGA, the ordinary Kriging model and the radial basis function (RBF)/Kriging-hybrid surrogate model are employed because CFD analysis of the wing with VGs requires a large computational time. Non-dominated solutions are classified into four clusters which have different aerodynamic characteristics.</p> <p>First, the solutions with high lift-drag ratio are obtained. The broadly spaced, small VGs are preferable to sustain the aerodynamic characteristics under cruise conditions. The VG equipped at upstream increases the lift coefficient and shifts the chordwise separation location to downstream by preventing the shock wave from moving upstream of the VG in this case. In contrast, the solutions with high lift coefficient have the narrowly spaced, large VGs which move the shock wave downstream and decrease the pressure coefficient behind the shock wave. Appropriate values for aspect ratio, the ratio of VG spacing to height, and the incidence angle for generating the vortex most efficiently are identified. The solutions that enable the chordwise separation location to move downstream have the broadly spaced, large VGs because the VG effect is propagated to farther chord location by enlarging the vortex scale. It is revealed that the chord location of VG is one of the critical parameter to shift the chordwise separation location to downstream. The solutions where three objective functions are balanced are divided into two types. One is similar to the solutions that can shift the chordwise separation location to downstream and the other is similar to those with high lift coefficient.</p>	

【他の講演等から得られた知見、感想等。What you learned from other presentations, general impression you had, etc.】

本学会では、流体や構造、制御などの分野における解析手法の開発から、航空機・宇宙機の設計や最適化といった応用分野まで、航空宇宙に関する幅広い発表がなされた。最適化に関する研究についても、多数の興味深い講演から、今後の研究に役立つ知見を得ることができた。まず、随伴法を用いた数値流体力学(CFD)解析結果から、最適化に用いる設計変数の数を削減し、多数変数の最適化を促進する手法が提案された。この手法では、随伴法によって求めた勾配情報の分散共分散行列を作成し、これに対して固有値分解を施すことで、目的関数に対する寄与の大きな変数を作り出し、変数の数を大幅に削減することに成功した。この変数変換法は、本研究で用いた応答曲面法の改良に利用できるものである。しかし、提案された手法は随伴法を用いているため適用可能な問題に限りがあり、分散共分散行列の算出に用いる計算コストも小さくない。したがって、分散共分散行列の算出方法に対しては工夫を施す必要がある。今後は、この手法のアイデアを取り入れて、応答曲面法の改良に関する研究を進める予定である。

また、現在研究を進めている「流体トポロジー最適化による革新的空力デバイスの設計探査」に関して、少数ではあるが構造のトポロジー最適化の発表がなされた。航空機のウイングボックスへの適用例が二件報告され、それぞれ異なった構造定義方法を使用した結果が比較された。一方は、三次元の設計問題をリブとスパー構造を基本として二次元問題に分解しており、もう一方はレベルセット法に改良を施して三次元で直接ボックス内を設計したものである。今後の研究では、レベルセット法を用いて直接三次元物体を設計する可能性が高いため、今回の講演は大変参考になった。また、トポロジー最適化後に、製作性を考慮して設計し直すというアプローチも提案されており、多段階の最適化が必要であることが示された。一方で、レベルセット関数や Free-Form Deformation とは異なった問題定義方法も提案された。設計パラメータを媒介変数を用いて定義する方法や、複数の変数をもつベクトル関数を介して形状を定義する方法が提案され、従来の形状最適化よりも高い自由度が得られる可能性がある。また、高自由度の最適化とは異なるが、航空機概念設計において、木構造を用いて航空機の主翼や尾翼、エンジン、胴体位置を定義し、遺伝的プログラミング等を用いて概念設計を行うことが提案された。

さらに、今後利用を考えている固有直行分解に関しても、最適化に優位な基底ベクトルの選択法に関する研究が発表され、CFD 解析の計算コスト低減に必要となる縮約モデルの構築に役立つ知見を得ることができた。