

航空分野からの研究発表を概観して

山 本 悟

東北大学大学院工学研究科航空宇宙工学専攻

Satoru Yamamoto

Dept. of Aeronautics and Space Engineering, Tohoku University

E-mail: yamamoto@caero.mech.tohoku.ac.jp

航空分野からの発表内容を総括してほしいと会誌編集委員会から依頼された時に、他にも適任者がいることですから最初はお断りしたのですが、結局誰も執筆を承諾されず私にそのお役が回ってきたようです。ということで、今回数値シンポに発表された航空に関連した論文の中から個人的に興味深かった発表内容もしくは発表は聞いていないもののユニークな論文内容について簡単にまとめてみることにしました。たぶん、他にも面白い研究発表をされたにもかかわらずご紹介できない論文もあるかもしれませんが、なにぶんにもすべての研究発表について詳細を把握してはおりませんのでご了承ください。

例年、航空からの発表といえば、まず「極超音速流れ」「圧縮性流れ」のセッションが目につきますが、合わせて5セッションとほぼ例年と同じ数の論文が発表されていました。内容としては、「極超音速流れ」に関しては、大気圏突入に関連した D01-1 から D02-1 ならびに衝撃波空力干渉に関連した D02-2 から D02-4 と分類できます。たとえば D01-1 から D01-4 までは、それぞれ極超音速流れにおける面分子干渉モデル、分子の内部励起モードの非平衡性、プラズマ流への磁場の影響、ならびに流れと輻射のカップリングなどが検討されていました。「圧縮性流れ」に関しては必ずしも単純な分類はできませんが、たとえば東北大学、宇宙研や名古屋大学のグループからの超音速旅客機に関連した発表は盛況であったようです。いずれもこれまでの地道な研究をさらに発展させた内容になっていましたが、全体的な傾向としては、既存の航空機設計への CFD 応用という視点から、次世代の革新的な航空機開発を目指した CFD という視点に研究が移ってきているというのが印象です。たとえば、デルタ翼の高揚力化を目指した計算例が報告されています(D05-1,2)。また、非構造格子における移動格子法を改良することで、NAL 小型超音速実験機の水平尾翼による舵角応答を計算し実験データとよい一致が示されました(D04-2)。

上記以外のセッションについては、航空と明確に分類できるセッションはなく、各セッションに航空もしくは宇宙に関連した研究発表が点在していたようです。数値シンポ全体では「計算スキーム」が最も多い6つのセッションからなっていましたが、その中で航空に関連したものとしては、格子系を工夫した保存解要素法による衝撃波伝播・干渉の計算例(D08-1)や、圧縮性流れコードへの前処理法(Preconditioning method)の適用例などが報告されました(D09-2,3)。「格子形成」においては、解適合格子を生成する際の格子非等方性の改善に関する発表がありました(D06-1 から D06-3)。「並列計算」では、NAL の UPACS プロジェクトチームから、UPACS の開発の現

状と今後の課題について、計算スキームおよび計算対象の拡充、ハードウェアへの移植（並列化など）ならびにインストール方法などを中心に報告されました(B06-1)。「ビジュアライゼーション」では同じく NAL の松尾らにより、最近導入された大規模三次元表示装置を中心とした可視化システム CeVis (Central Visualization System) の概略とこれを用いた各種計算の可視化例が披露されました(B13-4)。

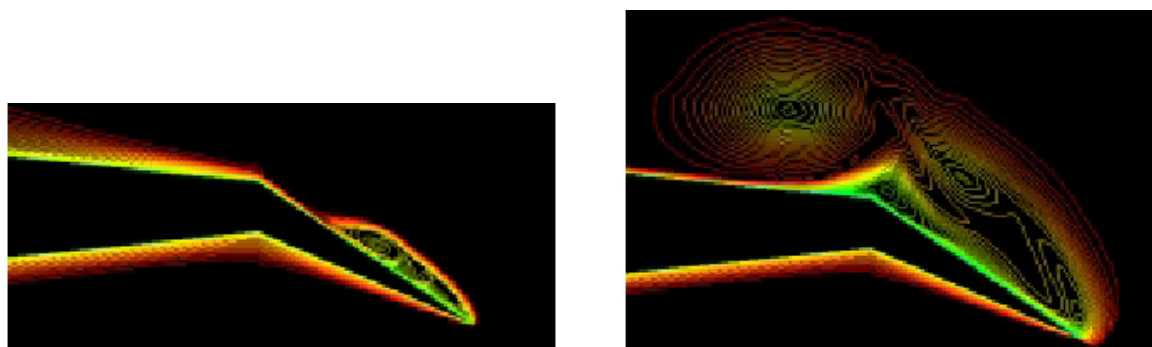


図1 ボルテックス・フラップ付きデルタ翼周り流れの計算例
(流路断面における全圧分布、左 $\alpha=6^\circ$ 、右 $\alpha=12^\circ$ 、堀江ら D05-2)

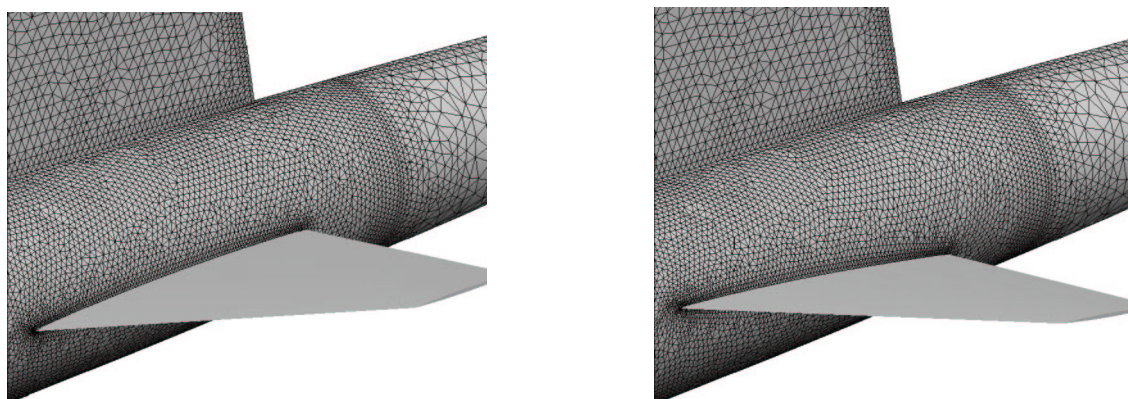


図2 NAL 小型超音速実験機の水平尾翼付近における舵角応答計算のための格子変形 (村山ら D04-2)

表 1: 動作確認が行われた環境	
スパコン	NWT, SGI Origin 富士通 VPP シリーズ NEC SX シリーズ
WS	Sun, SGI, Compaq
パソコン	Linux (Intel 及び Alpha)

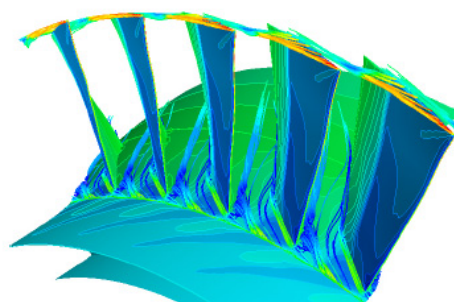


図3 UPACS の動作が確認された計算機環境ならびに三次元翼列流れの計算例
(高木ら B05-1)

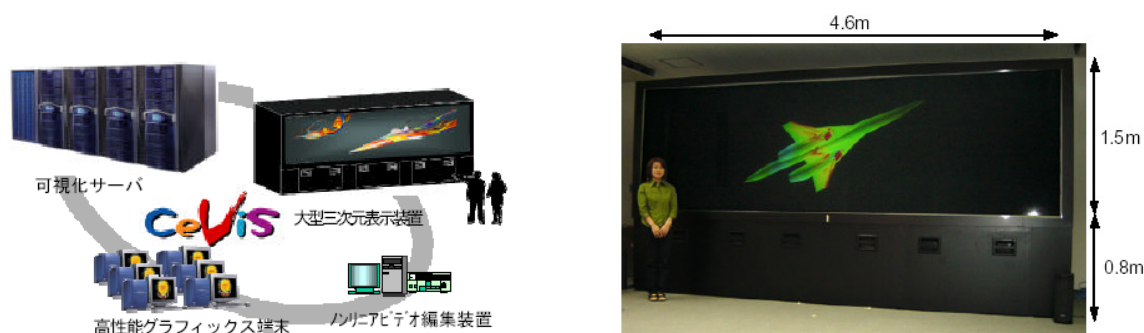


図4 CeVis のシステム構成と大型三次元表示装置 (松尾ら B13-4)

「燃焼」においては、水素燃焼に関する現象論的な計算が主でしたが、そんな中で予混合燃焼を近似した G 方程式と LES を組み合わせて航空機エンジンの具体的な燃焼器形状の火炎伝播の計算に適応した例が報告されており、実用性の点での今後の研究開発が期待されます(C11-4)。

「音響」においては必ずしも航空に直接関連した発表ではないものの、今後航空の分野でも重要になるであろう音波やノイズの解明に繋がる基礎的な計算例が報告され、たとえば差分格子ボルツマン法を用いた流体音の計算例などは興味深い研究であるといえます(B10-1)。

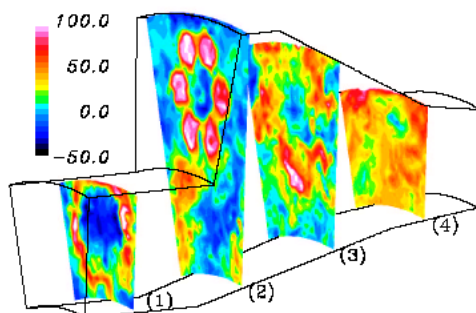


図5 航空機エンジン燃焼器内火炎伝播の計算例 (富永ら C11-4)

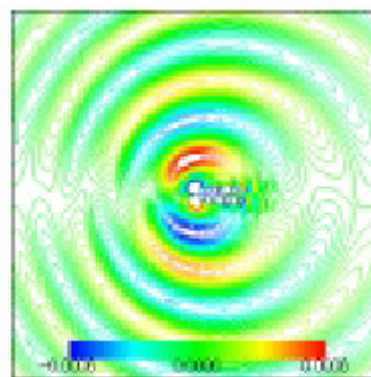


図6 差分格子ボルツマン法による流体音の計算例 (蔦原ら B10-1)

以上いって簡単ですが、航空もしくは宇宙に関連した研究発表をいくつか簡単に列挙しました。ここで紹介した研究発表の内容からも、航空の分野における CFD は航空機ならびに宇宙機設計への実用化を目指したかなり高レベルの議論がなされているといえ、特に既存の概念に基づく設計への CFD 利用はすでに現実的であるという印象を受けました。ただし別の視点から見ると、研究の高レベル化に伴い若い CFD 研究者層が増加しづらい環境にも至っているという危惧が相対的な論文数の少なさなどから示唆されます。そんな状況において、航空宇宙の CFD に携わる新たな研究者を輩出するためには、既存の概念にとらわれない航空宇宙機の CFD 設計というものが今後のひとつのキーワードになるのかもしれません。幸いにして今回の発表においても、そのような新たなシーズと思われる研究発表もいくつか見受けられます。来年度の数値シンポにおいては、それらシーズがさらに進展して新たな研究者層の増加に繋がることを期待したいと思います。