

# APC-II ネットワーキングセッション話題提供 「企業におけるCFD活用の取り組みと展望」

2016年 7月 6日  
三菱重工業株式会社  
総合研究所 流体研究部 空力研究室  
吉本 稔

## これまでCFDが航空機設計にもたらした恩恵

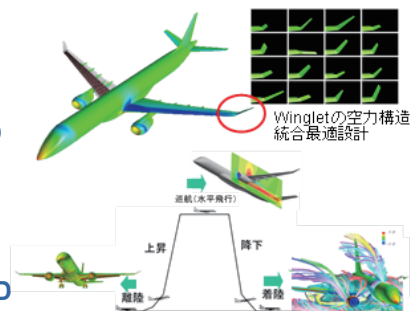
- 航空機メーカーでは1980年代からCFDを空力設計に適用し、指数関数的に増加の一途をたどる開発風洞試験の補完による設計技術及び設計効率の向上を模索してきた。
- 現状は機体形状設計はCFD、設計データベース構築は風洞試験という棲み分けが確立してきており、MRJでは開発風洞試験期間は70～80年代の機体と1オーダー減、風洞で評価する主翼の数も10年前と比して半減となっている。
- このように、CFDは設計期間短縮や設計深化及び設計コストの削減に大きく貢献してきている。

風洞における評価主翼数の変遷

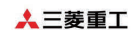
Boeing 767	(1981)	77
Boeing 737NG	(1998)	11
Boeing 787	(2009)	5
MRJ	(2009)	5

Weekly MDO

One day CFD



## 航空機設計適用の観点におけるCFDの課題 — 実務上の課題



総合研究所

- **複雑形状の形状定義, 格子生成はまだ人の手を十分離れたとは言えない。**
  - 空力形状最適化で形状の自由度は欲しいが, 妥当な制約条件をどのように設定するか。
  - 非構造格子生成はかなり手間が減少しているが, 最適化ループの中でロバストに格子生成できてほしい。
  - 直交格子, BCM等
- **定常CFDは概ね成熟, 非定常CFDはどうか?**
  - 計算時間はハードウェアの能力向上を待てばよいだけか?
  - 大規模な計算ができるようになってきたが, ポスト処理も追いつかなければならない。
  - 多量の3次元の非定常データをどのように解釈するか。
- **空力+ $\alpha$** 
  - 三次元着氷 (scallop ice accretion) はまだ解析できない。
  - Contaminated Runwayのwater splash (離陸性能)。
- **新たなCFD**
  - 粒子法 (Lattice Boltzmann Method, Discrete Element Methodなど)
  - 設計への本格的な用に向けた検証, 改良, 使い方の検討。



実機主翼の翼端部への着氷事例 (防水部は着氷していない)  
Jack Lampe, "Rime Ice in O'Hare", SAE2011



<https://www.tc.gc.ca/eng/civilaviation/publications/tp185-4-03-464-3879.htm>

© 2016 MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. All Rights Reserved.

空力1600012 3 /

## 航空機設計適用の観点におけるCFDの課題 — 環境, 運用面の課題



総合研究所

- Moore 's lawに従って**ハードウェアの能力**は伸びてきたが...
  - CFDはアーキテクチャの変遷を牽引しているのか, アーキテクチャに応じたコーディングに振り回されているのか?  
ベクトル, スカラー並列, GPU, アクセラレータ, 量子コンピュータ?, etc.
- 設計に**空力最適化**が適用されてきてはいるが...
  - 空力だけでは本当の設計できない。  
構造, 装備等も考慮が必要であり, 制約条件にどのように落としこむのか, それらも同時に最適化するのか?  
⇒ 最適化の問題設定の方がボトルネック
- **IoT/AIの活用は?**
  - 省力化されつつも人間の介在がまだ必要な形状定義や格子作成程度なら, AIに任せられるか?
  - 自動GPU対応などができないか?
  - 学習のため膨大なデータが予め必要。



出典: <https://www.top500.org/statistics/perfdevel/>

© 2016 MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. All Rights Reserved.

空力1600012 4 /