

タイトル：晴天乱気流

担当分野：融合流体情報学

### 1. 研究目的

安全・安心な社会の実現のため、航空機に対する重大な脅威である乱気流を要因とする事故をゼロにすることが求められている。その実現のために、水平スケール数 100m の乱気流、特に晴天乱気流に対し科学的知見を得るためのシミュレーション技術を確立する。このようなシミュレーションでは、現実の大気の初期、境界条件の設定が困難であるため、飛行経路上の風速測定結果を数値計算にフィードバックする計測融合シミュレーション手法を新たに構築する。

### 2. 研究成果の内容

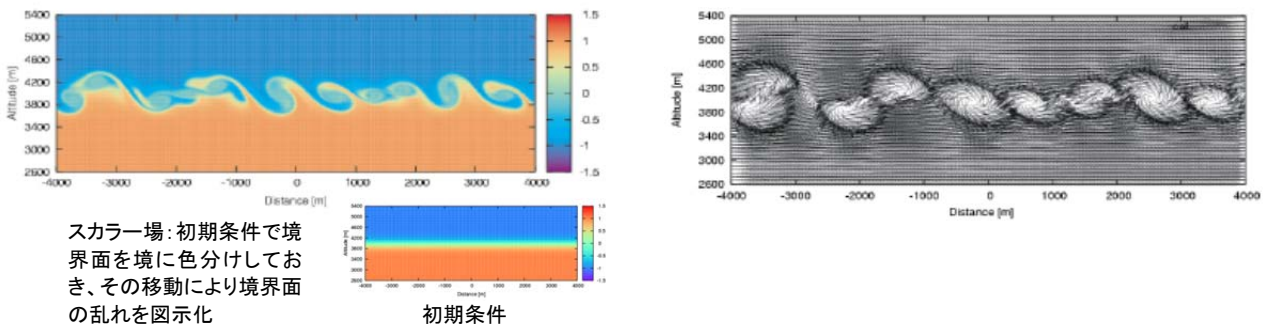
#### 1) 局所気象 CFD コードの構築

圧縮性 Navier-Stokes 方程式、重力項の追加、LES 解析といった特長を持つ、水平スケール数 100m の現象を模擬するのに適した 2 次元 CFD コードを開発した。このコードを用いて、晴天乱気流の原因とされる Kelvin-Helmholtz 波が表現されるかを、人為的な初期条件を与えて、シミュレーションした結果を図 1 に示す。スカラー場は境界面を境に上下に色分けしておき、その混じり具合により、境界面での乱れ度を表現した図であり、速度ベクトル図は格子点上にその点における風速ベクトルを記したものである。シミュレーションの結果、境界面において Kelvin-Helmholtz 波による乱流が表現されることが確認できた。

#### 2) CFD シミュレーションによる風速場同定

JAXA との共同研究によりフライトデータから飛行経路上の風速値を解析し、その結果を数値計算にフィードバックする計測融合シミュレーションを新たに構築した。図 2 に晴天乱気流による風速場同定の結果を示す。シミュレーション結果の晴天乱気流の風速場は、飛行経路上の風速ベクトルと良い一致を示した。

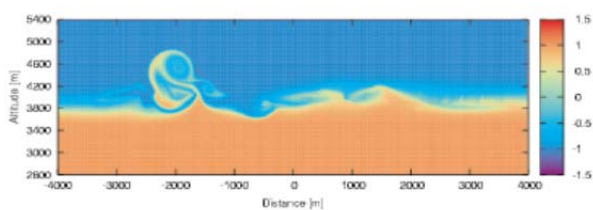
本研究成果は、JAXA で機体搭載型乱気流検出装置の開発に生かされており、この装置は JAXA とボーイング社との共同研究によりボーイング社の機体で飛行試験が実施される予定になっている。



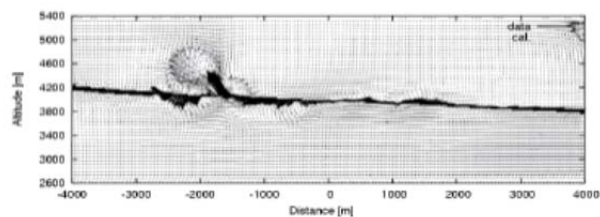
(1) スカラー場

(2) ベクトル場

図 1 晴天乱気流のシミュレーション例 (Kelvin-Helmholtz 波)



(1) スカラー場



(2) ベクトル場

図2 計測融合シミュレーションによる風速場同定例

### 3. 研究成果

#### ① 学術雑誌（査読付き国際会議，解説等を含む）

- 1) Takashi Misaka, Shigeru Obayashi, Eiichi Endou, "Flight Data Integrated LES for Simulation of Clear Air Turbulence," European Conference on Computational Fluid Dynamics, Edmond aan Zee, The Netherlands, Sep 2006.
- 2) T. Misaka, S. Obayashi, and E. Endo, "Numerical Simulation of Clear Air Turbulence Using 4D-Var," 45th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, Reno, Nevada, Jan. 8-11, 2007.

#### ② 国際会議・国内学会・研究会・口頭発表等

- 1) Takashi Misaka, Shigeru Obayashi, Eiichi Endou, "Measurement-Integrated Simulation of Clear Air Turbulence," Tohoku-SNU Joint Workshop on Next Generation Aero Vehicle, Jul. 2006, Sendai, Japan.
- 2) Takashi Misaka, Shigeru Obayashi and Eiichi Endo, "Stochastic Wind Shear Prediction Model for Clear Air Turbulence," The 2nd SNU-TU Joint Workshop on Next Generation Aero Vehicle, Seoul South Korea, June 2007.

#### ③ その他（特許，受賞，マスコミ発表等）

- 1) 特許（出願）：「光学式遠隔気流計測装置」，特願 2009-80860 号，平成 21 年 3 月 30 日
- 2) テレビ放映：
  - i. 未来の超音速旅客機をめざして，FNN 仙台放送スーパーニュース，「シリーズ東北大学 100 年物語」6 回目にて紹介，仙台放送（2006 年 7 月 24 日）
  - ii. NHK 教育「サイエンス ZERO」第 141 回「安全を目指せ 航空新技術の挑戦」にて JAXA と共同研究中の晴天乱気流の計算結果が放映，NHK（2006 年 10 月 14 日）