



低層風擾乱のデータ同化シミュレーションに関する研究

○菊地亮太, 三坂孝志, 大林茂
(東北大学 流体科学研究所)

1

平成24年度 次世代運航システム公募型研究中間報告会

2013年3月21日

研究背景 低層風擾乱の運航影響

- ・ 航空機の旅客輸送量は増加傾向
- ・ 運航の効率化が求められている
- ・ 効率化に対する気象の影響は大きい

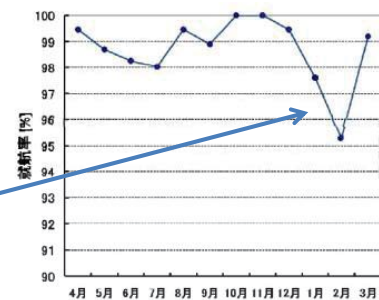
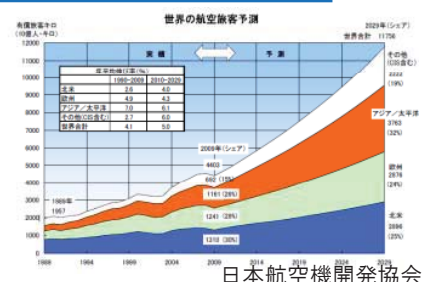


- ・ 空港周辺での低層風擾乱による影響は特に大きい

- ・ 着陸復行
- ・ 代替地着陸
- ・ ハードランディング

庄内空港では低層風擾乱により
就航率に影響がでている

**安全かつ効率的な運航のために
低層風擾乱を予測することは非常に重要**



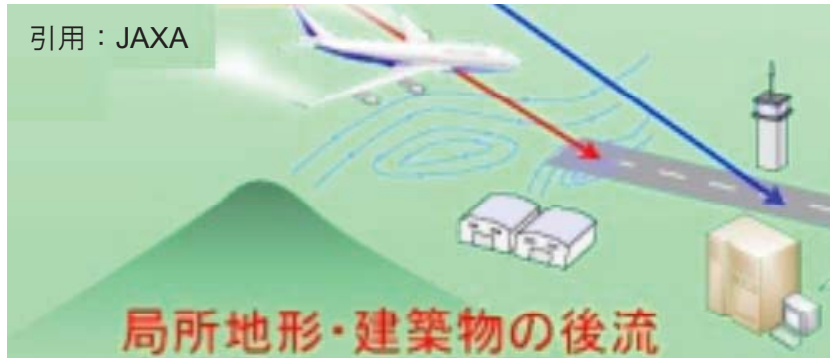
庄内空港の定期便の月別就航率: 平成18~20年の平均値
(全日空(株)提供)

2



研究背景 低層風擾乱の予測

低層風擾乱：時空間的に小規模な気象現象



気象予測モデル：メソスケール以上の現象を対象

➡ 気象予測モデルだけでの予測は困難

3



報告内容

低層風擾乱の解析・予測に向けた
気象解析手法の構築

(1) 気象モデルとラージエディシュミレーションを組み合わせた高解像度気象解析

(2) データ同化手法を組み合わせた低層風擾乱予測手法の構築

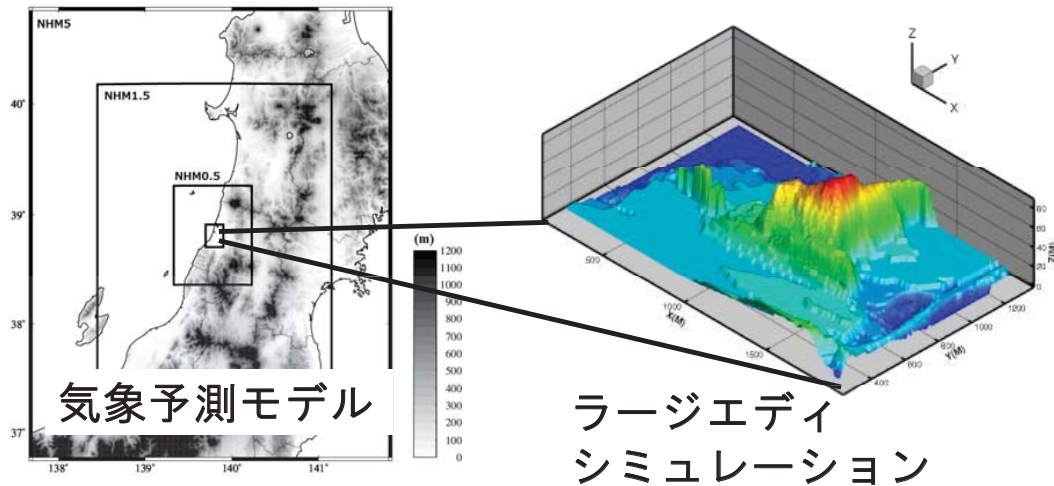
庄内空港で発生した低層風擾乱事例を対象に解析を行った。

4



研究手法 高解像度気象解析手法

大領域の計算結果を小領域の計算に利用

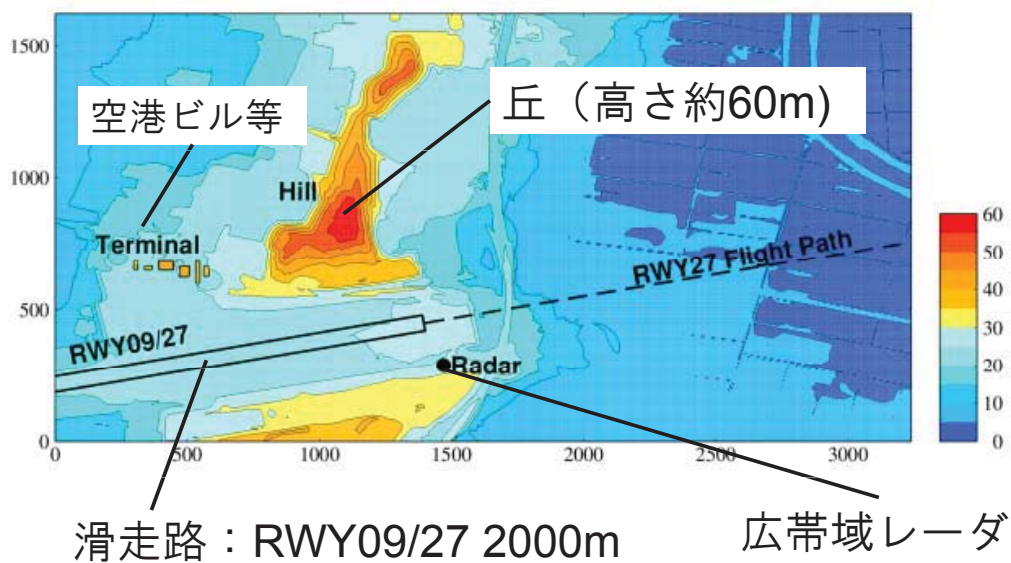


低層風擾乱の解析を可能とする

5



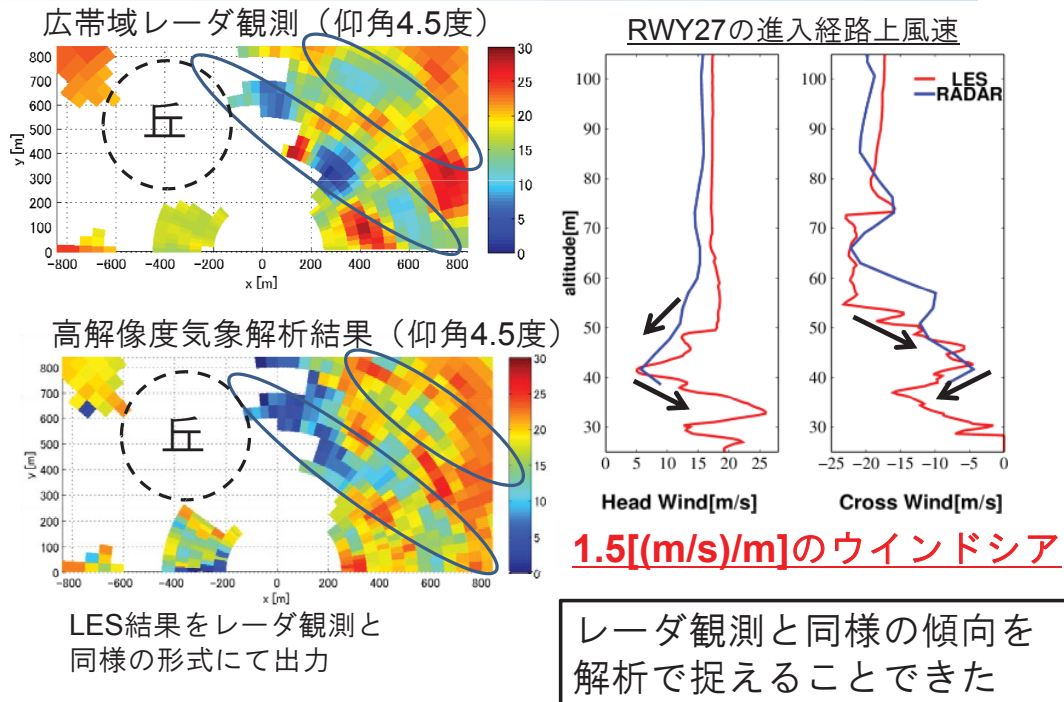
研究手法 庄内空港周辺地形



6



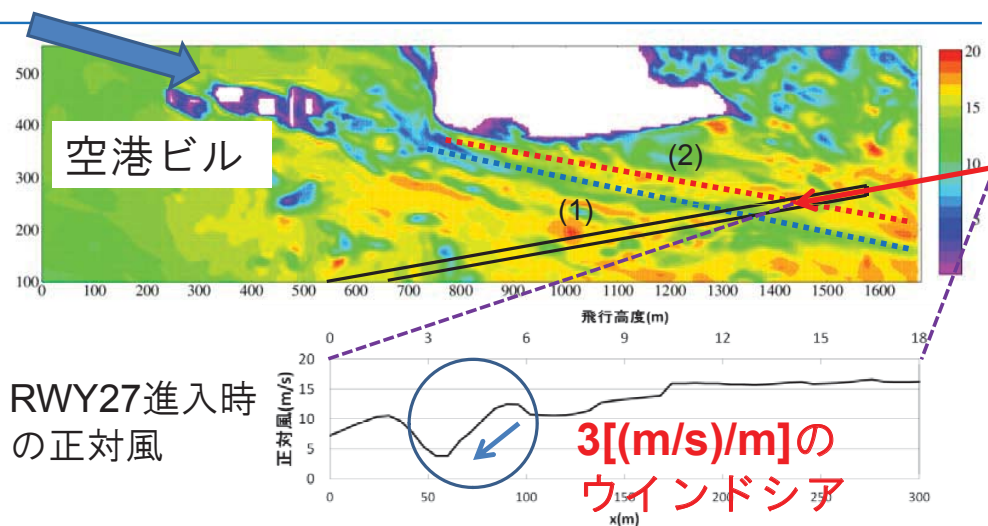
結果 (1)丘の影響-レーダ観測値と比較



7



結果 (2)空港ビルの影響



→ 空港ビルの後流がRWY27の進入時に影響を及ぼしている可能性がある

8



まとめ 高解像度気象解析

高解像度気象解析を用いて、低層風擾乱事例の解析を行った

- ・ 低層風擾乱を捉えることができた
➡ 発生要因：丘、空港ビル
- ・ レーダー観測とよい一致を示した
➡ ウインドシアの発生高度、変動の幅を捉えた

9



研究手法 リアルタイム予測

高解像度気象解析：計算コストが非常に大きい

➡ 気象「予測」を行うことは困難

低層風擾乱を予測することはできないだろうか？

(1) データ同化

→ 観測データとシミュレーションを組み合わせる手法

(2) 固有直交分解(Proper Orthogonal Decomposition: POD)

→ 大規模データから主成分を引き出す統計学的手法

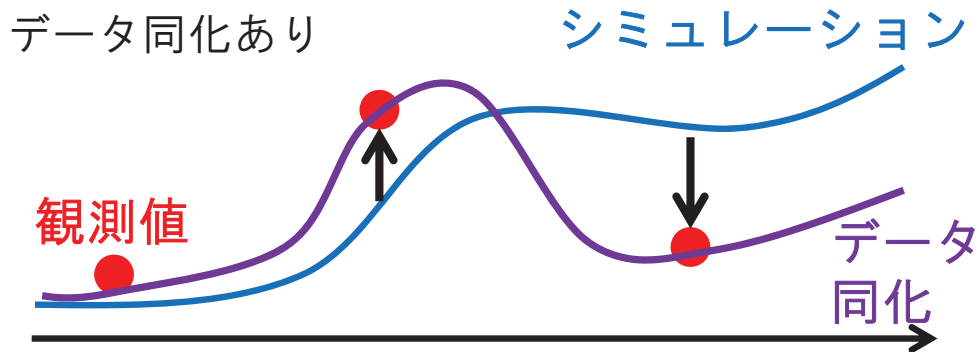
➡ 低層風擾乱のリアルタイム予測に向けて

10



研究手法 データ同化とは

観測とシミュレーションを融合する手法



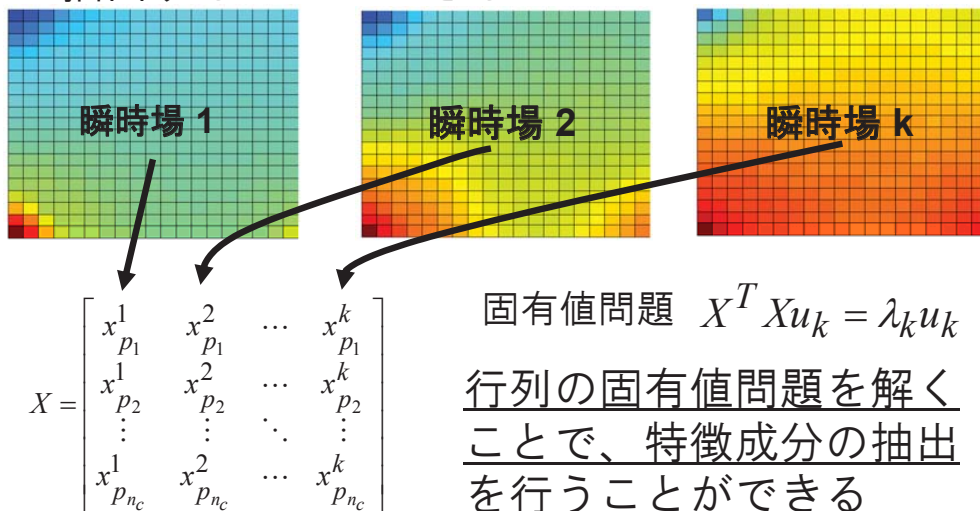
観測値を使ってシミュレーションを修正する

11



研究手法 固有直交分解(POD) Proper Orthogonal Decomposition

多次元データから低次元データを抽出する手法
 →複雑な流れ場から特徴的な構造をエネルギーごとに抽出することができる



12



研究 データ同化手法を用いた解析

短時間先の低層風擾乱を予測するシステム

気象観測センサ



ライダー , レーダ

シミュレーション
固有直交分解による
簡易モデル

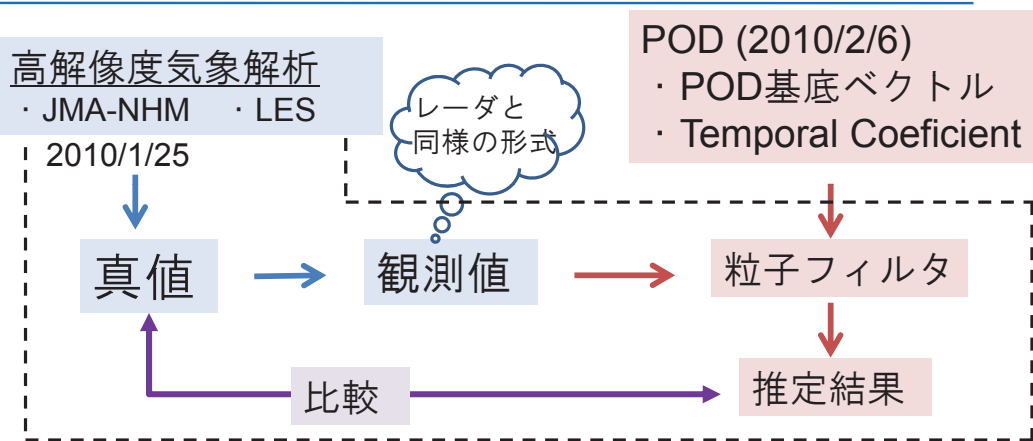
データ同化手法 (粒子フィルタ)

気象予測モデルだけでは予報できない
低層風擾乱を予測を目指す

13



研究手法 双子実験の設定



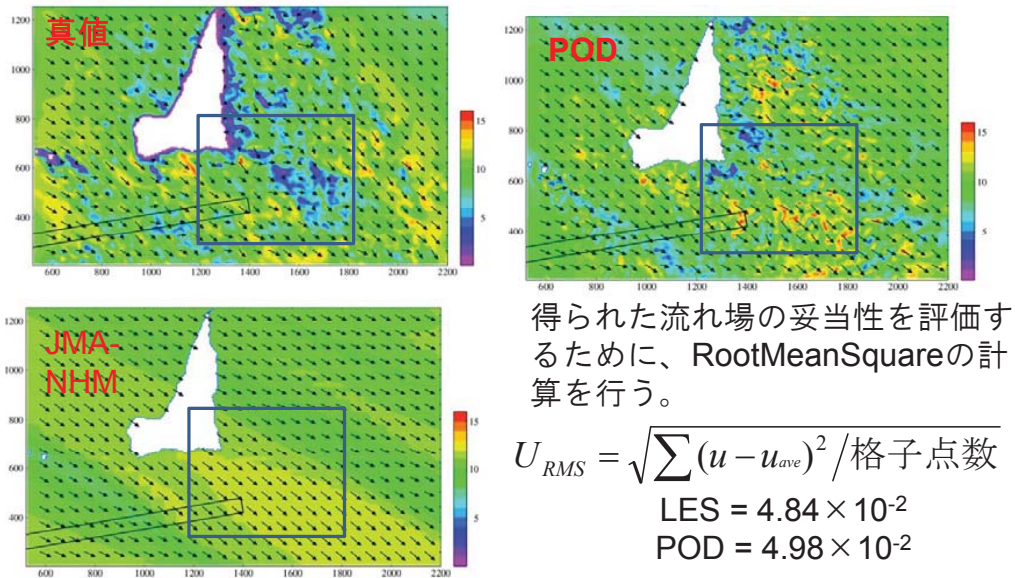
- ・ 高解像度気象解析の結果を「真値」とする
- ・ 真値から、観測値を疑似的に作り出す
- ・ 粒子フィルタを用いて、真値に近づくかを検証

14



結果 (3)数値実験の結果

データ同化を10回行った際の高度40mの水平風速分布



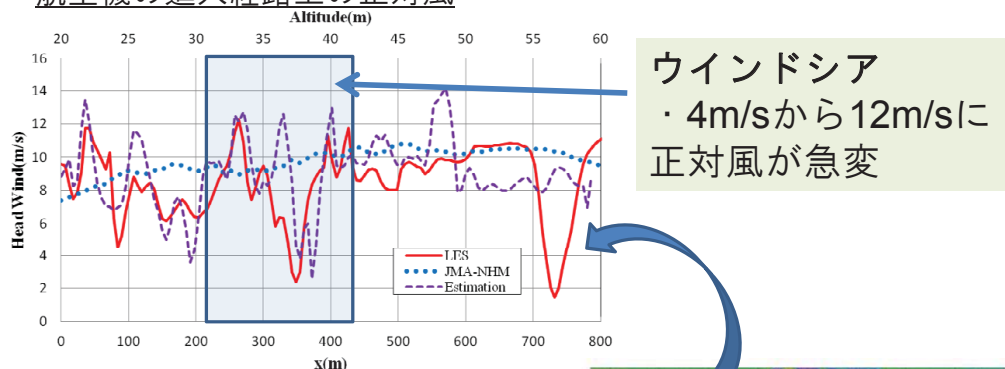
断面内の乱流強度は概ね一致している。

15



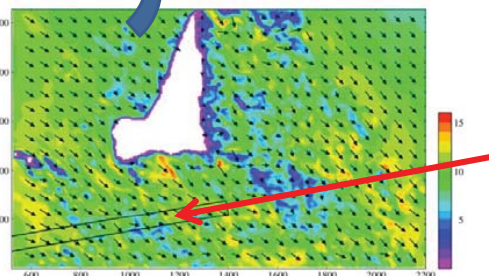
結果 (2)数値実験の結果

航空機の進入経路上の正対風



・ ウィンドシアの位置、変動幅を捉えることができた

・ 高度40m程度までは、変動を推定することができた



16



まとめ

(1)高解像度気象解析手法の構築

- ・ 低層風擾乱の「解析」を可能とした
- ・ レーダ観測と概ね一致した

(2)データ同化手法を用いた予測手法の構築

- ・ 低層風擾乱の「予測」を目指す
- ・ 数値実験では乱流強度、ウインドシアの位置を予測することができた