

11. 航空気象情報可視化ツールの開発

航空交通管理領域 ※新井 直樹、福田 豊、白川 昌之、瀬之口 敦

1. はじめに

気象技術の進展により、様々な気象情報が開発され、利用者に提供されている。しかし多くの気象情報は、含まれる情報が多様で、かつ平面的な資料が多いため、それらの情報を基に大気の立体的な構造を理解することは、必ずしも容易ではない。

そのような背景から、気象庁が提供する数値予報^{*}を、3次元で可視化するツールを開発した。本ツールによって、大気の立体構造の理解が容易になるとともに、同一画面に表示される航空機と気象現象との関係の把握が可能となる。

本稿では、開発中の航空気象情報可視化ツール Aviation Weather Data Visualization Tool (AWvis)の概要と可視化事例について報告する。

2. 気象情報の可視化

気象の専門家以外でも、気象情報を業務に活用する機会は多い。様々な分野の利用者が大気の立体構造を容易に理解するためには、下記の機能を有する可視化ツールを開発することが有効と考えられる。

- ・ 気象の各要素を、3次元で、直感的に、分りやすく表示できる
- ・ 表示時刻の変更が可能で、解析値と予報値を比較できる
- ・ 風の流れを、アニメーション表示(流線解析)できる

今までにも気象情報を立体的に表示する試みが行なわれ、気象情報の可視化が可能なソフトウェアの開発が行なわれてきた。以下に、気象情報の可視化に用いられる代表的なソフトウェアを示す。

^{*}数値予報: GSM(全球モデル)と MSM(メソモデル)があり、本ツールは MSM を利用している。

GrADS

GrADS(Grid Analysis and Display System)は、Center for Ocean Land Atmosphere Interactions (COLA) によって開発されている、様々な数値データを描画するツールである[1]。コマンドラインでの操作になるが、細かい設定が可能で、気象情報を表示することもできる。また、統計処理を行なうことも可能である。

VAPOR

VAPOR (Visualization and Analysis Platform for Ocean, Atmosphere, and Solar Researchers)は、National Center for Atmospheric Research 等によって開発されている、データ可視化ソフトウェアである[2]。グラフィカル・ユーザ・インターフェイスを備え、マウスによる操作が可能で、立体的な画像を表示することができる。

上記のソフトウェアに対し、AWvis は以下の特徴を備えている。

- ・ 航空機の位置、航跡等の情報を、気象情報と併せて表示できる
- ・ マウス操作により拡大・縮小、回転が可能で、対象とする現象を任意の視点から眺めることができる
- ・ 一般的なパソコンユーザの利用を想定し、インストール時にコンパイル作業の手間無く、Windows 上で手軽に利用できる
- ・ 気象庁が提供している数値予報を、簡単な手順で表示することができる

3. 航空気象情報可視化ツール AWvis

現時点で、AWvis により表示できる気象情報は、風向・風速、気温、湿度、湿域、露点温度、相当温位、ジェット気流等である。これらの情報をベクトル矢や等数値面で表示し、その立体

的な形状を可視化できる。

以下に、AWvis による可視化事例を示す。この事例は、台風 14 号が日本に接近した時のもので、表示に使用した数値予報は 2010 年 10 月 30 日 00:00UTC における MSM の解析値である。

図 1 は南東方向からの視点で日本付近を表示したもので、ベクトル矢は風向・風速を表している。この図におけるベクトル矢の高度は、950hPa(約 0.5km)である。なお、表示する高度は、1,000hPa(約 0.1km)から 100hPa(約 16km)まで、MSM に含まれる 16 層から選択できる。

中心付近に低気圧性(反時計回り)の回転があるが、これは周囲から台風の本心に向かって吹き込む風を示している。一般に、台風の進行方向右側(危険半円)では、左側(可航半円)よりも風速が大きくなるが、図のベクトル矢の色の分布がその様子を表現している。

実際の画面上では、ベクトル矢が風向・風速に従ってアニメーション表示され、その動きから風の収束や回転を視覚的に把握することができる。

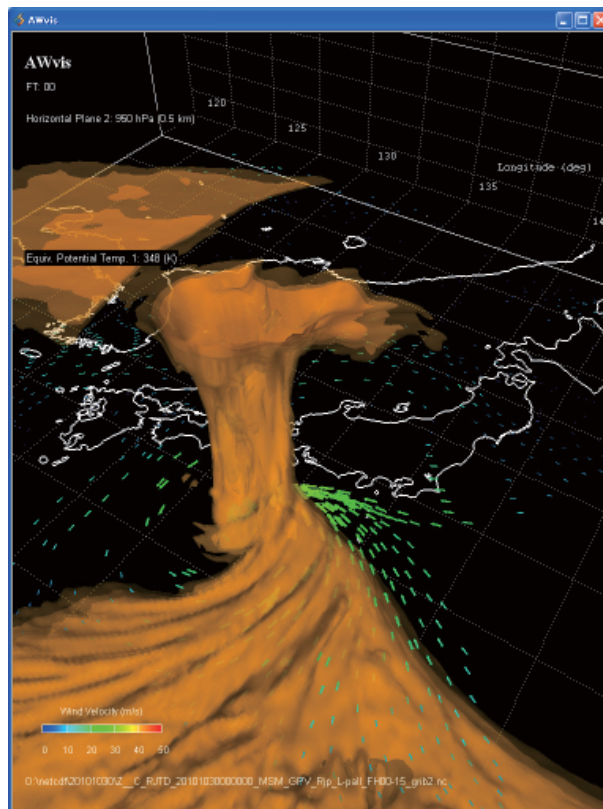


図 2 相当温位

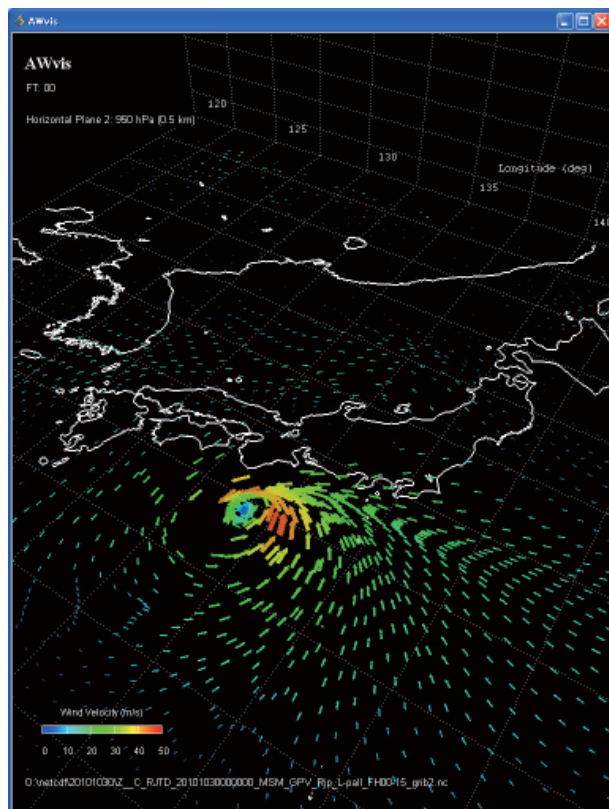


図 1 風向・風速

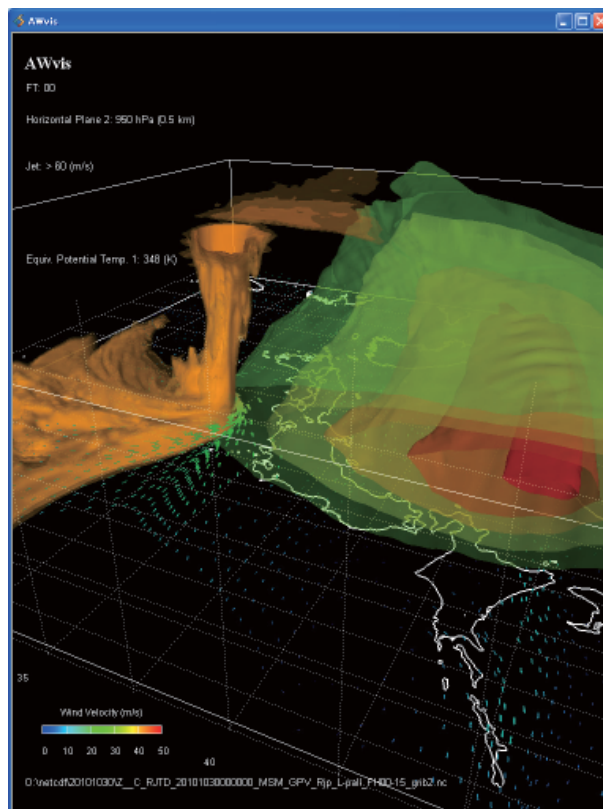


図 3 相当温位とジェット気流

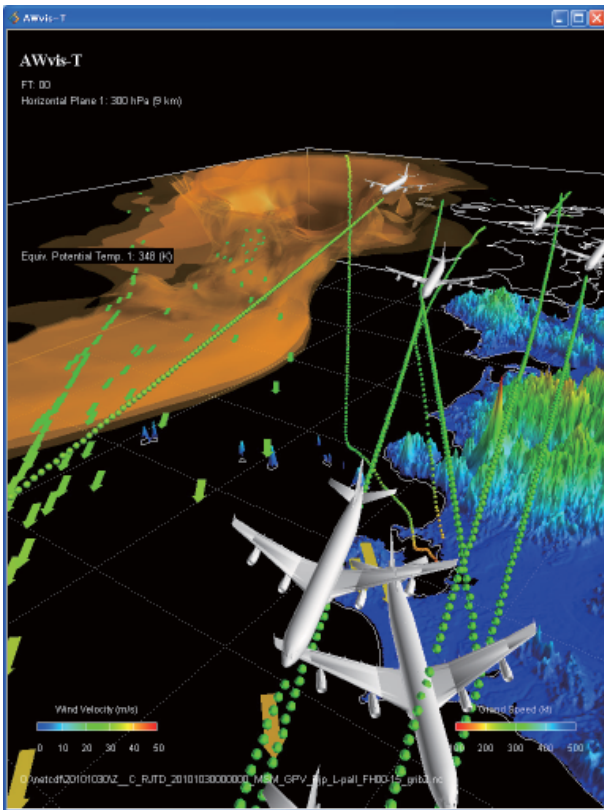


図 4 相当温位と航空機の航跡

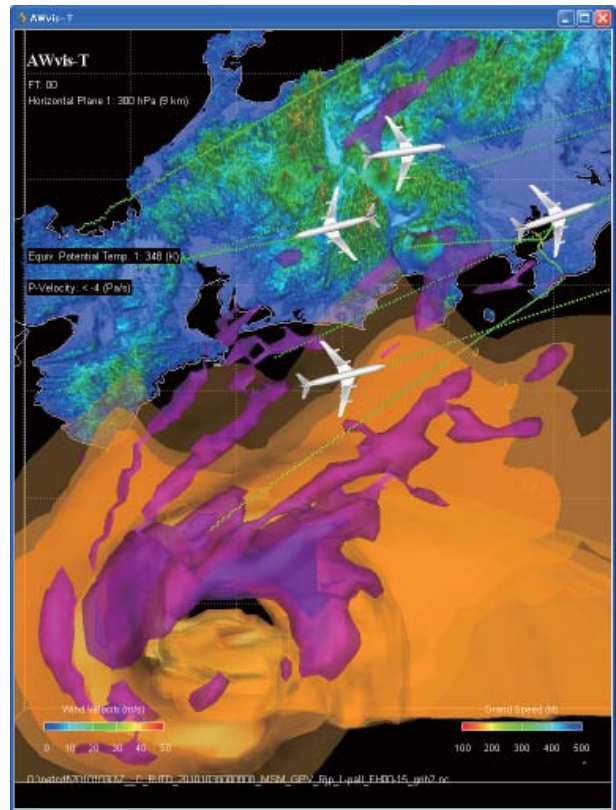


図 6 台風を中心付近(赤紫色は上昇流)

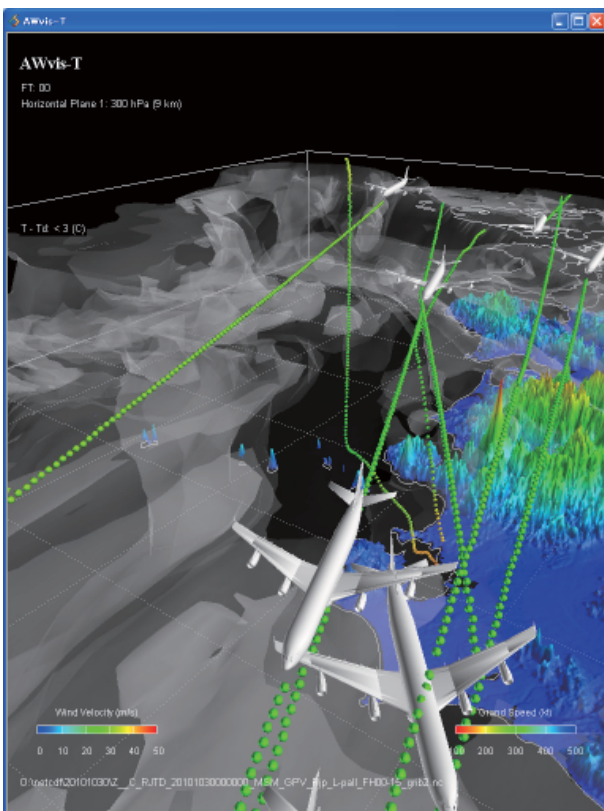


図 5 湿域と航空機の航跡

図 2 は相当温位[†]を表している。空気中に含まれる水蒸気の量が多いほど、また気温が高いほど、相当温位の値は大きくなる。この図における等数値面は 348K の相当温位を表しているが、これは相当温位として大きな値であり、周囲より気温・湿度の高い空気が、台風を中心部へ流れ込んでいく様子を立体的に表現している。

図 3 は東方向からの視点で表示したもので、風向・風速と相当温位に加え、ジェット気流を表示している。台風の北側(図の右側)に位置する緑～赤色の等風速面がジェット気流のコアで、強い偏西風の流れを示している。

図 4 は東方向からの視点で拡大して表示したものである。相当温位に加え、同じ時間帯における航空機の位置と航跡を示している。航空機の位置と航跡は、当所の研究開発用航空機監視レーダ(東京都調布市)のデータを利用している。

[†] 相当温位：空気塊に含まれる水蒸気が、すべて凝結した時の温位。静的エネルギーの保存則から、空気塊は等相当温位面上を運動する[3]。

なお、航跡の間隔は 10 秒間である。

図 5 は図 4 と同じ視点で表示したもので、半透明白色の等数値面は、湿域を表している。湿域とは、気温と露点温度との差が小さく(3℃以内)、空気が湿っていて、雲が生じると考えられる領域である。

図 6 は台風を中心付近を上空からの視点で表示したものである。台風を中心の進行方向前方(北側)に赤紫色の領域があるが、これは強い上昇流の存在を示している。

これらの図が示すように、航空機の航跡と気象情報とを併せて表示することで、両者の空間的な関係を容易に把握することが可能となる。

4. まとめ

3 次元で直感的な気象情報と航空情報の表示を行うため、航空気象情報可視化ツール AWvis を開発した。今後は、AWvis を用いて乱気流等の特徴的な気象状況と航空機の情報を可視化し、両者の関係を評価していく予定である。

気象情報と航空情報の立体的な可視化は、先

行する開発事例が非常に少ない。パイロットや管制官等を含む多様な意見を反映しながら、より直感的で分かりやすい航空気象の「見える化」を目指し、AWvis の開発を進めていく。本研究の成果が、航空における安全性の向上や効率的な運航に活用されることを期待している。

謝辞

本ツールの開発にご協力いただいている、日本航空機操縦士協会 航空気象委員会の皆さまに、感謝の意を表します。

参考文献

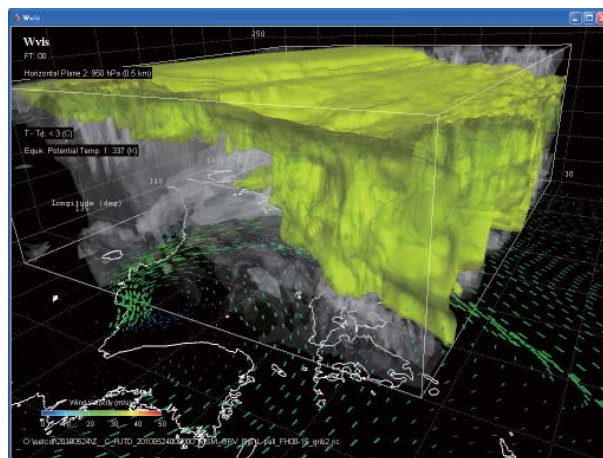
- [1] GrADS
<http://grads.iges.org/grads/>
- [2] VAPOR
<http://www.vapor.ucar.edu/>
- [3] 航空気象, 中山章, 社団法人日本航空機操縦士協会, p22-26 (2005)

気象情報可視化ツール Wvis

航空気象情報可視化ツール AWvis の開発成果を活用し、気象情報可視化ツール Wvis を作成した。Wvis は航空機の情報を表示することはできないが、気象情報の表示に特化することで、より多くのユーザに利用されることが期待される。

航空気象の分野のみならず、研究、教育現場等、幅広い利用者からのニーズやアイデアを活用し、今後の開発に反映するため、下記ホームページで Wvis を公開している。

<http://www.enri.go.jp/~naoki/index.php?Wvis>



気象情報可視化ツール Wvis 表示例