

## 気象情報の見える化の試み

### —気象情報可視化ツール Wvis の開発と可視化事例—

新井直樹\*・瀬之口 敦\*\*

#### 1. はじめに

気象観測・予報技術の進展により、様々な気象情報が開発され、利用者に提供されている。それに伴って利用者の幅が広がり、気象分野の専門家以外でも気象情報を業務に活用する機会が増加している。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、様々な分野の利用者が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、数値予報を3次元で可視化するツールを開発し、一般に公開することとした。本ツールは、大気の立体構造の直感的な理解を支援し、対象とする気象現象とその周囲の大局的なイメージを短時間で捕らえることを容易にする。

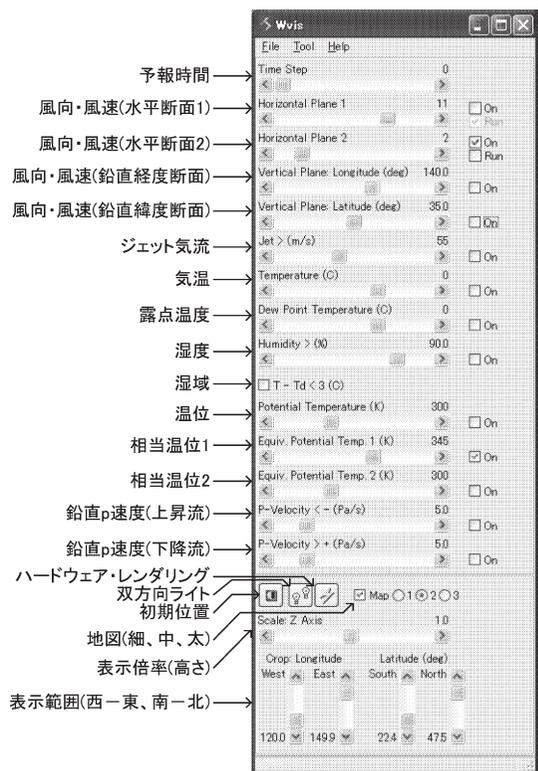
本稿では、開発した「気象情報可視化ツール Weather Data Visualization Tool (Wvis)」の概要と可視化事例について述べる。

#### 2. 気象情報の可視化と Wvis

著者らは、航空機と気象現象の空間的な関係の把握、及び気象が航空交通へ与える影響を評価するためのツールとして、「航空気象情報可視化ツール (AWvis)」の開発を進めてきた(新井ほか 2011)。今回、AWvis を改良して操作性を向上させるとともに、気象情報の表示に特化することで、より多くのユーザによる利用を可能とした「気象情報可視化ツール (Wvis)」を開発した。Wvis の開発にあたっては、様々な分野の利用者が大気の立体構造を容易にイメー

ジできることを目指し、下記を開発の要件とした。

- ・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こと
- ・風の流れを、視覚的にアニメーション表示できること



第1図 Wvis のユーザーインターフェイス。基本的な操作方法は、各要素のスライドで値を設定し、チェックボックスで表示のオン・オフを切り替える。Wvis 起動時のスライドの値は、第2図以降の気象事例の表示に適した値をデフォルトとした。

\* Naoki ARAI, 独立行政法人電子航法研究所。

\*\* Atsushi SENOGUCHI, 独立行政法人電子航法研究所。

と

- ・インストール及び操作が容易で、教育現場や気象分野の初心者ユーザにも利用できること
- ・開発したツールのライセンスを保有し、無償で一般に公開できること

今までにも、GrADS (<http://grads.iges.org/grads/>), VAPOR (<http://www.vapor.ucar.edu/>) 等、気象情報の可視化が可能なソフトウェアの開発が行われ、多くの利用者に用いられている。それらのソフトウェアに対し、Wvis は以下の特徴を備えている。

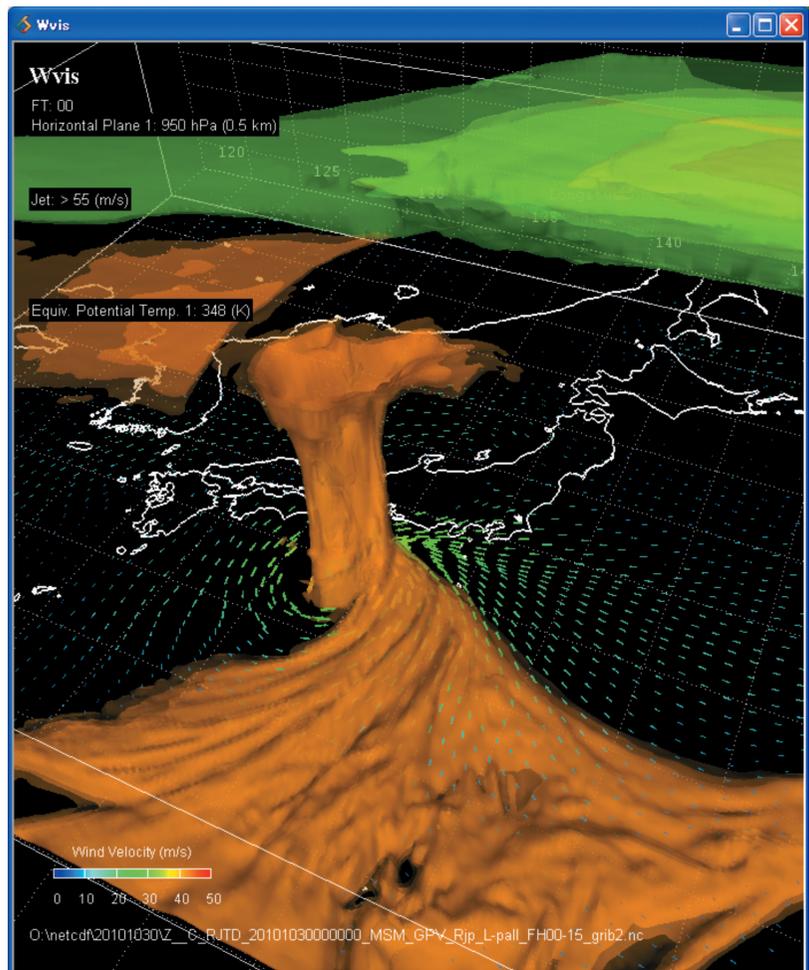
- ・マウス操作により、拡大・縮小、移動、回転が可能で、対象とする現象を任意の視点から眺めることができる
- ・一般的なパソコンユーザの利用を想定し、インストール時にコンパイル作業の手間が無く、Windows 上で手軽に利用できる
- ・気象庁が提供している数値予報を、簡単な手順で立体的に表示することができる
- ・日本語マニュアルを用意し、気象に関する専門的な知識が無くても、大気の立体的な構造を簡単に可視化できる

Wvis の開発環境には、AVS/Express を用いた。AVS/Express は、様々な機能が定義されたモジュールを組み合わせることで、ベクトル矢、等数値面、及びそれらの半透明化等の複雑な表示処理を、比較的容易に実現することができる。これにより、少ない工数で立体的な画像を表示するアプリケーションが開発できるため、研究者自身に

よるツールの開発と、開発後のメンテナンスが可能となった。

Wvis では、気象庁 MSM (Meso-Scale Model) のデータを収録した GRIB-2形式のバイナリファイルを、同じくバイナリファイルである NetCDF 形式に変換して読み込んでいる。ファイル形式の変換には、wgrib2を利用している。

Wvis のユーザーインターフェイスを第 1 図に示す。基本的な操作方法は、スライドを用いて表示する気圧高度面または各要素の値を指定し、チェックボックスで表示のオン・オフを切り替える。現時点で表示



第 2 図 2010年10月30日00:00UTC の950 hPa の風向・風速 (ベクトル矢), 348 K の等相当温位面 (黄色), ジェット気流 (風速 > 55 m/s の領域; 緑色). 画面上のベクトル矢がアニメーション表示され、台風に向かって吹く風の流れを表している。等相当温位面は、台風の立体的な形状を表現している。

可能な要素は、風向・風速、ジェット気流、気温、露点温度、湿度、湿域、温位、相当温位、鉛直 $\nu$ 速度である。これらの要素について、指定した高度面におけるベクトル矢、あるいは指定した値における等数値面を表示し、その立体的な形状を可視化することができる。

### 3. Wvisによる可視化事例

以下に、Wvisによる可視化事例を示す。

#### 3.1 台風

この事例は、2010年の台風14号が日本に接近した時のもので、10月30日00:00 UTCのMSM初期値を用いた。第2図は南東方向からの視点で日本付近を表示したもので、ベクトル矢の色及び大きさは950 hPaにおける風速を表している。なお、風向・風速を表示する高度面は、1000 hPaから100 hPaまでMSMに含まれる16層から選択する。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。

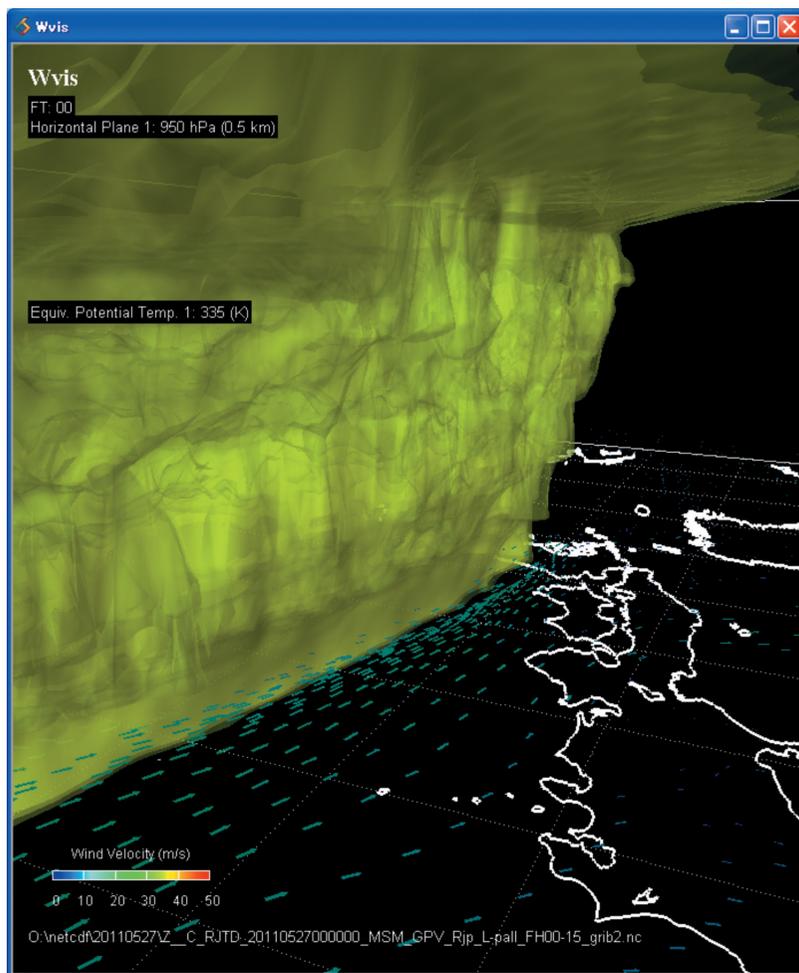
黄色の等数値面は、348 Kの相当温位を示している。等相当温位面の形状をより認識しやすくするため、指定した348 Kの面に加え、+1 K及び-1 Kの等相当温位面を加えた3つの面を、半透明化し重ねて表示している。周囲より気温・湿度の高い空気が台風へ流れ込み、下層から上層にかけて高相当温位の領域が存在している様子を立体的に表現している。

台風の北側（図の上側）

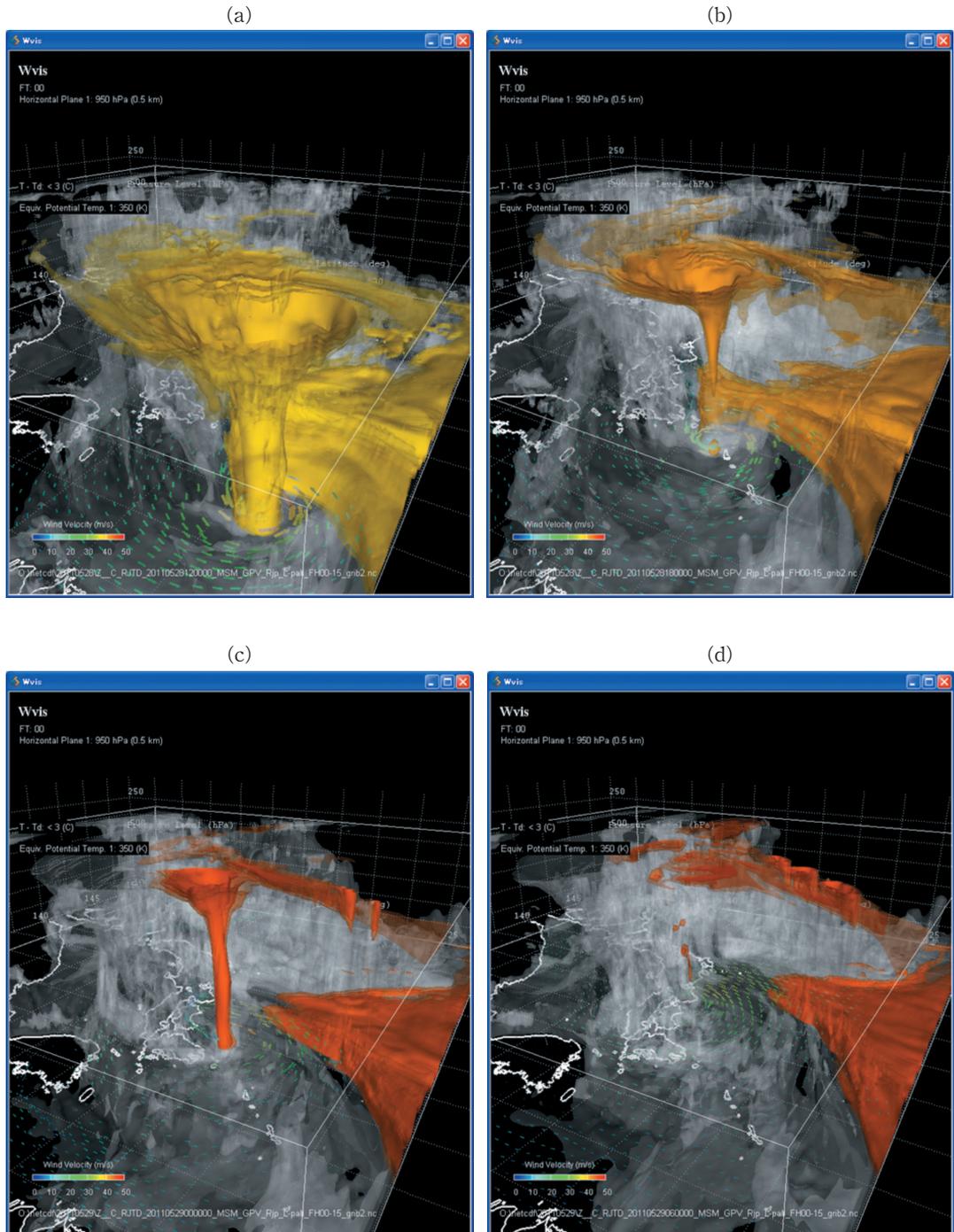
に存在する緑色の等風速面はジェット気流のコアを表し、ここでは風速55 m/sを超える領域を描画している。

#### 3.2 梅雨前線

第3図は2011年5月27日00:00UTCのMSM初期値を用いたものである。気象庁はこの日、平年より10日以上早く関東甲信と東海の各地方が梅雨入りしたとみられると発表した。この図は335 Kの等相当温位面を表示したもので、ほぼ前線面に相当すると考えられる。下層から上層にかけて、鉛直に近い傾きを持って前線面が存在している様子を表現している。



第3図 2011年5月27日00:00UTCの950 hPaの風向・風速（ベクトル矢）、335 Kの等相当温位面（緑色）。ベクトル矢は、梅雨前線北側の風の流れを表している。等相当温位面は、下層から上層へ伸びる前線面を表現している。



第4図 (a) 2011年5月28日12:00UTC. (b) 2011年5月28日18:00UTC. (c) 2011年5月29日00:00UTC. (d) 2011年5月29日06:00UTC. それぞれ、950 hPaの風向・風速（ベクトル矢）、350 Kの等相当温位面（黄～橙色）、 $T - T_d < 3^\circ\text{C}$ の領域（半透明白色）。等相当温位面の形状の変化は、台風の移動と温帯低気圧に変化する様子を表現している。

### 3.3 台風の温帯低気圧化

第4図 a~d は、2011年の台風2号の変化を示したもので、5月28日12:00UTC から29日06:00UTC まで、6時間ごとのMSM初期値を利用している。それぞれ、350 Kの等相当温位面と950 hPaの風向・風速を描画している。また、半透明白色の等数値面は湿域 ( $T - Td < 3^{\circ}\text{C}$ ) を表している。台風2号は、西日本の南の海上で29日06:00UTC ころ温帯低気圧に変わったと考えられる。これらの図では、台風の中心付近の高相当温位の領域が時間とともに縮小し、その形状が不明瞭になっている。また、台風の温帯低気圧化に伴って、下層の風が回転している範囲が広がっている様子が表現されている。

## 4. まとめ

3次元で直感的な気象情報の表示を行うため、気象情報可視化ツール Wvis を開発し、インターネットで公開した。本ツールは、下記アドレスから無償で入手することができる。

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

Wvis は天気図に代わるものではなく、細かい数値を判別するような用途には適していない。しかし、大気の立体的な構造を理解すること、気象現象の大局的なイメージをつかむこと、さらに、各人が頭の中で抱いていた気象の立体的な姿を、パソコン上で様々な角度から眺めて再発見することは、有効な手段であると考えられる。

本稿で示した全ての図は、Wvis を用いることで、身近にあるパソコン上に誰でも再現できる。Wvis は特定の専門家向けに開発したものではなく、教育現場や気象分野の初心者ユーザも含め、様々な分野で活用されることを期待している。

より直感的で分かりやすい気象情報の見える化を目指し、今後も Wvis の開発を進めていく。

## 謝 辞

Wvis の開発にあたり、社団法人日本航空機操縦士協会航空気象委員会の皆さまにご助言、ご協力いただきました。ここに感謝の意を表します。

## 参 考 文 献

- 新井直樹, 福田 豊, 白川昌之, 瀬之口 敦, 2011: 航空気象情報可視化ツールの開発. 平成23年度電子航法研究所研究発表会講演概要, 59-62.
- サイバネットシステム, 2011: AVS/Express. <http://kgt.cybernet.co.jp/feature/express/> (2011.6.1閲覧).
- 中山 章, 2005: 航空気象. 社団法人日本航空機操縦士協会, 20-26.
- NOAA, 2011: wgrib2: grib2 utility. <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/wesley/wgrib2/> (2011.6.1閲覧).
- UCAR, 2011: NetCDF (Network Common Data Form). <http://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf/> (2011.6.1閲覧).