

## 2. システムの概要

### 2.1 開発の経緯

システムの基本設計・コンセプトは林田らの開発したものを引き継いでいる。まず現在のシステムにいたる経過をまとめる。

- 1987 年 環境研のホストコンピューター HITAC M280H で動作するトラジェクトリ解析システムを開発。等温位位置は温位による線形補間により算出、風速の水平成分は距離の逆二乗による補間で算出し積分解法として Euler 法または Petterssen 法を採用。  
使用データセット: 気象庁の客観解析データセット。
- 1994 年 林田らが開発したシステムを UNIX 上に移植した本システム「対流圏モニタリングデータ評価のための支援システム (CGER-GMET)」の構築を開始。  
使用機種: SUN SPARC STATION  
OS: SUN OS  
計算手法はそのまま移植。  
使用データセット: ECMWF の 2.5 度、全球、12 時間ごとのメッシュデータへ変更。
- 1996 年 ECMWF 0.5 度データセットを追加。
- 1998 年 現行機種へ更新。  
等温位位置の算出方法はそのままにし、風速の水平成分を距離の線形補間で求め積分解法として 4 次の Runge-Kutta 法を採用する方法を追加。  
着地判定機能を追加。
- 2000 年 あらかじめ作成した計算開始時刻・位置・高度等のパラメータリストファイルに基づき、格納ファイル命名まで可能なバッチ処理システムを追加。
- 2001 年 2001 年以降の ECMWF 2.5 度メッシュデータセットについて 6 時間ごとのデータセットを追加。

### 2.2 装置およびソフトウェア

2002 年 4 月現在使用している機種及びソフトウェアを記す。

#### (1) ハードウェア

機種: SUN WORKSTATION Ultra 10((株)サン・マイクロシステムズ)  
CPU: Ultra SPARCIIi 300MHz プロセッサー  
ディスク容量: 50GB  
外部記憶装置: 8mm テープドライブ  
プリンター: CANON LASER SHOT LBP-2035PS

機種は信頼性から SUN のワークステーションを採用した。8mm テープドライブは ECMWF のデータ入力用である。プリンターはポストスクリプト対応である。

#### (2) ソフトウェア

OS: Sun Solaris 2.6((株)サン・マイクロシステムズ)  
ユーザーインタフェイス: C 言語  
解析: フォートラン 77  
グラフ: PV-WAVE(Visual Numerics 社)

## 2.3 データセット

### 2.3.1 概要

データセットは経度・緯度・指定気圧面で定められる 3 次元格子の格子点における、一定時間ごとの気象値を各種の実測データをもとに大気モデルにより算出したものである。2002 年 4 月現在、本システムで利用できる気象データセットは Table 2.1 に示した ECMWF のもののみである。当所で購入している 2.5 度メッシュのデータセットは全球をカバーしており、指定気圧面は 1000hPa から 1hPa まで 21 層、気象値としてジオポテンシャル、温度、風速の東西・南北水平成分と垂直成分、相対湿度が含まれている。なお風速の垂直成分の単位は Pa/s で水平成分の単位 m/s とは異なる。

**Table 2.1 ECMWF dataset.**

	<b>2.5 degree</b>	<b>0.5 degree</b>
Area	Whole globe	Asian regional (100-160E 10-60N)
Resolution	2.5 x 2.5 degree in regular lat./long. grid	0.5 x 0.5 degree in regular lat./long. grid
Covering period	1993.6 ~	1992 ~
Base Times	~ 2000.12 0, 12 UTC, 2001.1 ~ 0, 6, 12, 18 UTC	0, 6, 12, 18 UTC
Pressure levels (hPa)	21 layers 1000, 925, 850, 700, 500, 400, 300, 250, 200, 150, 100, 70, 50, 30, 20, 10, 7, 5, 3, 2, 1 hPa	Same as left
Parameters	Upper air : Geopotential ( $m^2/s^2$ ), Temperature (K), Wind velocity: Longitudinal component $u$ (m/s), Latitudinal component $v$ (m/s), Vertical component $w$ (Pa/s), Relative Humidity (%)  Surface: Geopotential ( $m^2/s^2$ ), Temperature (K), Atmospheric pressure on the surface (hPa) Surface temperature (K), Atmospheric pressure of mean sea level (hPa) Longitudinal wind velocity 10m above the surface $u$ (m/s), Latitudinal wind velocity 10m above the surface $v$ (m/s), Two meters temperature (K), Two meters dew point (K) Land sea mask (0 or 1)	Upper air Geopotential ( $m^2/s^2$ ), Temperature (K), Wind velocity: Longitudinal component $u$ (m/s), Latitudinal component $v$ (m/s), Vertical component $w$ (Pa/s), Relative Humidity (%)

2.5 度メッシュデータには地表面のジオポテンシャル、温度、大気圧、表面温度、平均海面での大気圧、高度 10m における風速の東西・南北水平成分、高度 2m での温度と露点、海陸指標も含まれている。0.5 度メッシュデータは東経 100 度 ~ 160 度、北緯 10 度 ~ 60 度のアジア域が使用可

能で指定気圧面の数は 2.5 度メッシュデータ同様 21 層、気象値は、ジオポテンシャル、温度、風速の東西・南北水平成分と垂直成分、相対湿度が含まれる。

当所では、2.5 度メッシュデータについては 1993 年 6 月から 2000 年 12 月まで 12 時間おきのデータセットを、それ以降は 6 時間おきのデータセットを揃えている。0.5 度メッシュデータについては 1992 年から 6 時間おきのデータセットを揃えている。

なお、本システムは主として対流圏のトラジェクトリ計算や気象場の表示を対象としており Table 2.1 に記載した 21 層の指定気圧面の中から 20, 7, 5, 3, 2, 1hPa の 6 つの層を除いた 15 層をシステムに収録して使用している。

### 2.3.2 ECMWF データの使用許諾条件

ECMWF のデータセットは、購入時の使用許諾条件から、使用が国環研内部での研究目的に限られており、データを使用して得られた成果の公開にあたっては、ECMWF データの使用の事実を明記することが義務付けられている。従って本システムの利用は国環研の研究者に限られ、一般の利用は国環研の研究者との共同研究の場合のみ、かつ、国環研に由来しての利用に限られる。

## 2.4 機能

2002 年 8 月現在、トラジェクトリの計算と気象場の表示とが可能である。トラジェクトリの計算はフォワード、バックワードの双方が可能である。トラジェクトリの計算では、3 章で詳述するように、任意の時間と位置の気象値を ECMWF のデータセットから補間により求め、積分解法により移動経路を計算する。本システムでは、(1)補間方法として距離の逆二乗の重み付け補間を用い、積分解法として Euler 法または Petterssen 法を用いて計算する方法と(2)線形補間により気象値を求め、4 次の Runge-Kutta 法により計算する方法を選択できる。また経度・緯度に平行な長方形の区域を指定し、縦横ともに  $n$  個に均等に分割して  $n \times n = n^2$  個の点を計算の出発点としてトラジェクトリを算出する、いわゆる複数点からの計算、も可能である。さらにあらかじめ計算に必要なパラメータ、例えば、到達地点の経度・緯度と到達遅刻、積分解法などを与え、1 年間毎日決まった時刻にある地点に到達する気塊の到達時刻から 72 時間前まで遡ったトラジェクトリ 365 本をまとめて算出(以下、バッチ処理)することもできる。

計算結果は地図上へのトラジェクトリの投影図で表示されると共に、経度 高さ面および緯度 高さ面への投影図としても表示される。複数の計算結果の同一画面への重ね書きも可能である。

これらの計算結果は、時間ごとの流体粒子の経度・緯度および高さの数値としてテキストファイルの形で保存される。画像は gif ファイルおよびポストスクリプトファイル(以下 ps ファイル、プリントアウトした場合のみ)で保存可能である。

気象場の表示は、ECMWF のデータセットに収録されている気象値を指定気圧面ごとに、例えば風ベクトル図やジオポテンシャルハイトのコンター図として任意のエリアについて表示可能である。指定した位置における各種の気象値の経時変化、すなわち時系列分布や、一種類の気象値の指定気圧面ごとの高さ方向の経時変化、すなわち時空間分布を 1 週間単位で表示することもできる。

本システムの機能をまとめて Table 2.2 に示す。

**Table 2.2 Functions of GMET.**

Function	Contents
(1) Trajectory calculation	(a) Method: Isobaric/Isentropic (b) Time numerical integration scheme and space interpolation: Euler or Petterssen method with weighted space interpolation 4th order Runge-Kutta method with linear space interpolation (c) Direction: Forward/Backward (d) Sequential calculation from multiple start points (n by n start points in the grid determined by user) (e) Batch calculation (f) Operation: Parameter input through graphical user interface (in case of single trajectory calculation) Parameters input through Parameter description text file in case of batch calculation
(2) Display of calculation results and meteorological field	(a) Trajectory: Projection on map, longitude-altitude plane and latitude-altitude plane with selected parameters used for calculation in single scene (b) Superimposed display of trajectories up to hundred lines (c) Wind vector map on pressure surface (d) Geopotential height contour on pressure surface (e) Time-height cross section of meteorological elements
(3) Print out and archive	(a) Print out by post script printer (b) Archive of graph: GIF file and Post Script file (c) Archive of numerical results: Position (longitude/latitude/altitude) of air mass at each time step in text file