

第 6 章 開発管理

6.1 開発管理

気象庁におけるモデル開発では近年、プロジェクト管理およびバージョン管理システムの利用が進んでいる（例えば、気象庁予報部, 2017; 坂本・他, 2018）。ATM についても 2019 年 3 月、第 1.2 節で触れた開発管理サーバ¹（雁津, 2017a）で提供されているプロジェクト管理システム Redmine に、プロジェクト「気象庁移流拡散モデル（JMA-ATM）」を立ち上げた（Figure 6.1）。

ATM の開発は、開発課題ごとに Redmine にチケットを切って進めている（Figure 6.2）。またバージョン管理システムとして、開発管理サーバには SVN と Git が提供されているが、前身の RATM は CVS から移行した SVN を利用してきた経緯があり、ATM も SVN でソースコード類²を管理している（Figure 6.3）。

Redmine と SVN は連携しているため、チケット駆動開発により、ソースコードのバージョン（リビジョン）は

Home | My Page | Projects | Help

ログイン中: shimbori | 個人設定 | ログアウト

移流拡散モデル - 気象庁移流拡散モデル (JMA-ATM)

検索: 気象庁移流拡散モデル(JMA-A...

+ 概要 | 活動 | チケット | ガントチャート | Wiki | リポソトリ | 設定

概要 👤 新しいサブプロジェクト 🏠 終了

気象庁移流拡散モデル(JMA-ATM, 略称: ATM)のサブプロジェクト管理を行います。
ATMはGATMとRATMを統一した後継モデルです。

📁 チケットラッキング

	未完了	完了	合計
バグ	0	5	5
機能	9	19	28
サポート	4	6	10
ルーチン	0	0	0
イベント	0	0	0
開発・調査	15	12	27
文書作成	1	0	1

すべてのチケットを表示 | ガントチャート

👤 メンバー

管理者: 土山 博昭, 大城 久尚, 新堀 敏基

開発者: ishii kensuke, 土山 博昭, 大城 久尚, 山名 泰隆, 新堀 敏基, 林 勇太, 林 洋介, 長谷川 嘉臣

報告者: ishii kensuke, 土山 博昭, 大城 久尚, 山名 泰隆, 新堀 敏基, 林 勇太, 林 洋介, 長谷川 嘉臣

Powered by Redmine © 2006-2019 Jean-Philippe Lang

Figure 6.1 Homepage of Redmine: JMA-ATM (as of October 2020)

¹2020 年 6 月 8 日からは開発管理 VPS に移行。

²付録 A にディレクトリツリーを示すように、ソースコードのほかに定数関連ファイルやジョブ投入スクリプトなども SVN で管理しており、本書の L^AT_EX 原稿も Tec_rep_mri の下に保管されている。



Figure 6.2 Ticket list of Redmine: JMA-ATM (as of October 2020)

ATMの開発課題を記したチケットと関連付けられている。具体的には、まず開発課題の担当者がRedmineにチケット (Figure 6.2) を切り、それからSVNディレクトリ (リポジトリ) の各開発者の作業場所であるブランチ (Figure 6.3の branches) の下に開発版のソースコード類を登録 (コミット) する。開発版のソースコード類は、相互点検 (レビュー) を経て、正式な安定版の置き場所であるトランク (Figure 6.3の trunk) へ格納 (マージ) する。また Figure 6.3の tags には、気象業務における運用版のバージョン管理のために、トランクからタグ打ちしたものが置かれる。

開発管理サーバは、開発元の気象研究所スーパーコンピュータシステムと運用先のNAPSの双方からアクセス可能であり、開発プログラムの中継サーバとしても機能している。

実行シェルスクリプト

ATMを実行するためのシェルスクリプト (*.sh)³は、数値予報ルーチンで使用されているJCL (雁津, 2017b) から生成することを標準にしている。生成元のJCLファイル (*.jcl) は、実行するジョブのステップごとに実行プログラム (ロードモジュール) とその入出力ファイルなどの情報を記述したテキストファイルであり、付録Aに示すディレクトリツリーのJcl_scriptの下に置いてある。

ただし、BCP対応など、JCLがないことが想定される環境でも実行できるように、Shの下にはシェルスクリプト

³ただし数値予報ルーチンでは、JCLから生成するジョブスクリプトには一般に拡張子.shは付けない。



Figure 6.3 SVN’s repository of Redmine: JMA-ATM (as of October 2020)

のひな型 (*.sh.in) を configure スクリプトとともに用意してある。

メイクファイル

ソースコードをコンパイルするためのメイクファイル (*.mk) は、JCL と同様に数値予報ルーチンで使用されている PBF (雁津, 2017b) から生成することを標準にしている。生成元の PBF ファイル (*.pbf) は、ロードモジュール、インクルードファイル、ライブラリ、コンパイルオプションなどとともにソースコードとその参照ファイルの情報を記述したテキストファイルであり、付録 A に示すディレクトリツリーの Pbf の下に置いてある。

ただし PBF がないことが想定される環境でも実行できるように、Mk の下にはひな型の親メイク (Makefile.in) および子メイク (*.mk.in) を configure スクリプトとともに用意してある。

またコンパイル元のソースコードのプログラミングにあたっては、ローカルにコーディングルールを定め、Redmine の Wiki で共有している。同内容は付録 I に転載したので参照されたい。

6.2 開発ツール

ATM の開発ツールとして、可視化と検証指標を出力するツールを用意している。これらのモジュールは付録 A に示すディレクトリツリーの Tools 以下にあり、Figure B.1 のジョブ FcAtm の後処理 Monit, Verif で実行される。

6.2.1 可視化ツール

ATM の計算結果は、粒子データ fcst_particle.dat (第 2.5.1 項) からトレーサーの各種空間分布を、格子データ fcst_atm.nus (第 2.5.2 項) から各出力要素を予測時間ごとに可視化している。一例として、fcst_particle.dat

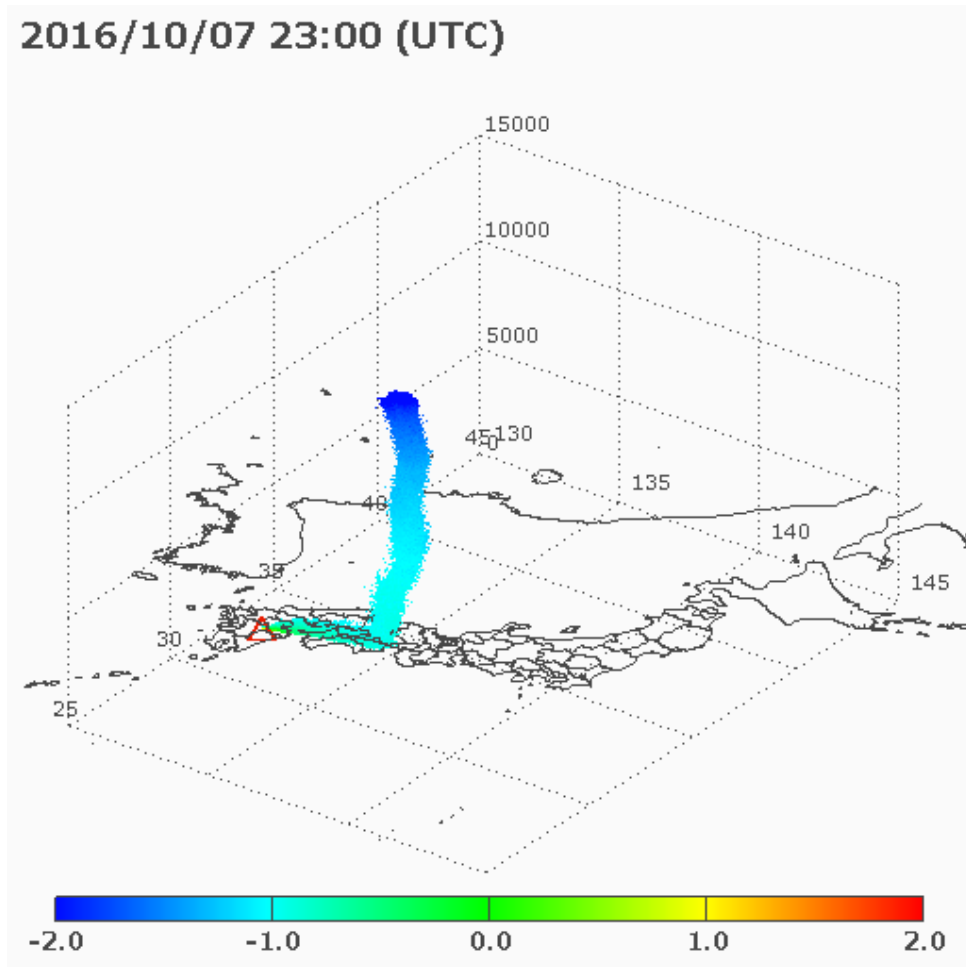


Figure 6.4 Example of particle data plotted by AVS/Express. Same case of volcanic ash fall prediction shown in Figure 5.13 (a). Color shade indicates common logarithmic grain size $\log D$ [mm].

から可視化ソフトウェア AVS/Express⁴により描画したトレーサの 3 次元空間分布を Figure 6.4 に示す。また、`fcst_atm.nus` から可視化ツール PANDAH (例えば、原, 2017b) により描画した Table F.4 の要素を Figure 6.5 に示す。ただし格子出力していない最大長径 (MAXA) については、粒径 D を幾何学的な 3 軸平均径 (例えば、高橋, 2003)

$$D \equiv \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} \quad (6.1)$$

で定義して、ここでは上式と (2.17) 式から求めた長径 a_1 との関係式

$$a_1 = \frac{3D}{1 + 2F} \quad (6.2)$$

に、Table D.12 の `form` で設定した形状因子 F と最大粒径 (MAXD) の予測値を代入して描画している。

6.2.2 検証ツール

検証ツールは、予め用意した観測点のデータ (観測のあり/なし、および観測値) に対して、ATM の格子出力 (第 2.5.2 項) を各観測点に空間内挿した予測値から、以下に示す検証指標 (例えば、Ima-izumi, 2019) を出力する。検証時刻は ATM の予測時刻ごと、空間内挿法は Figure 2.12 と同様である。

⁴気象研究所スーパーコンピュータシステムに導入されている可視化ソフトウェアの一つ。

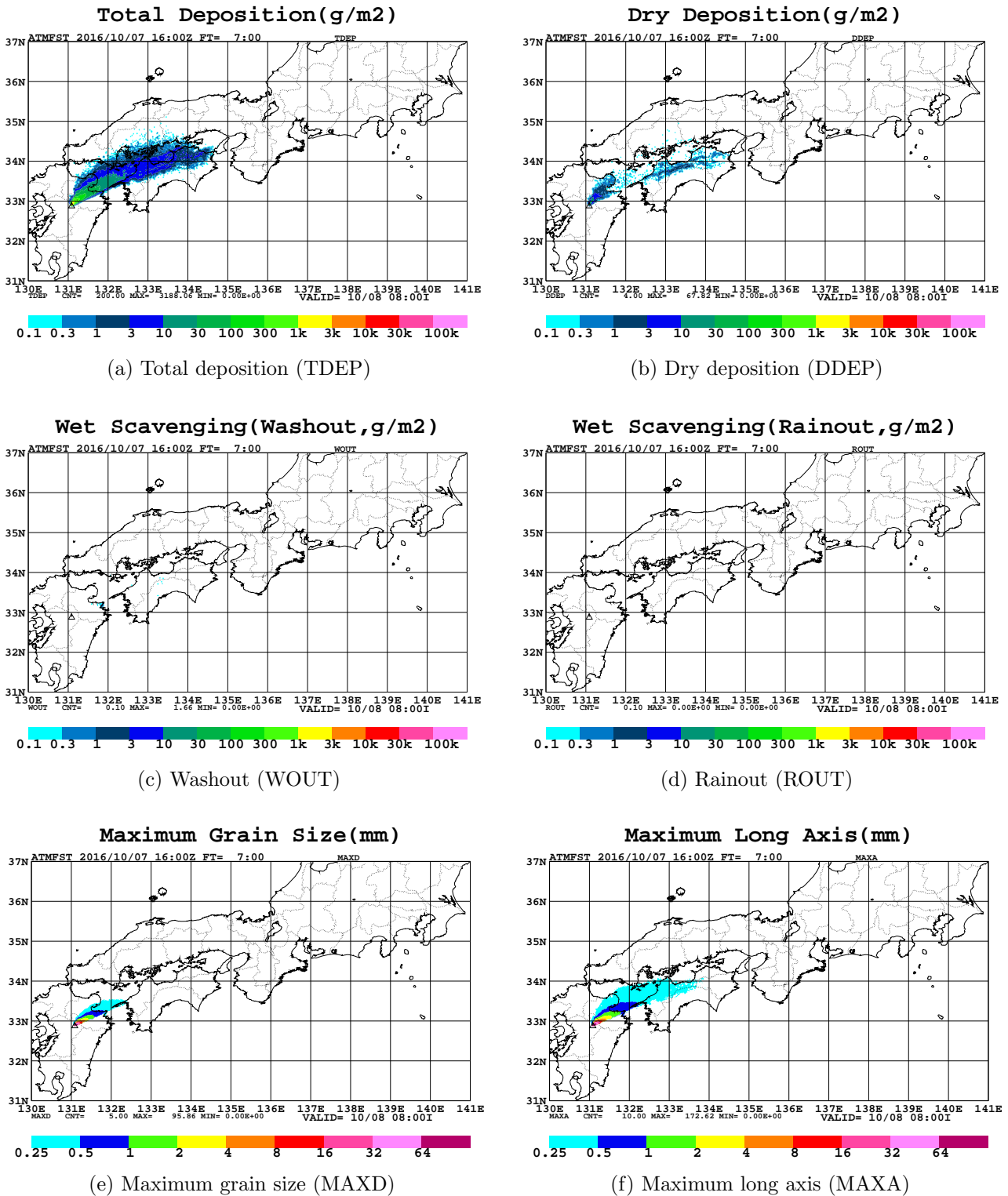
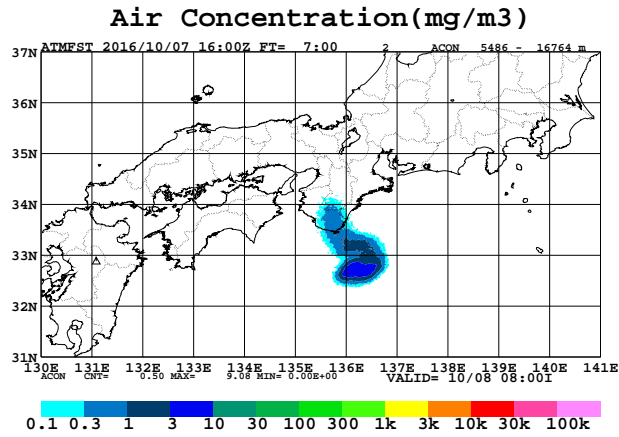
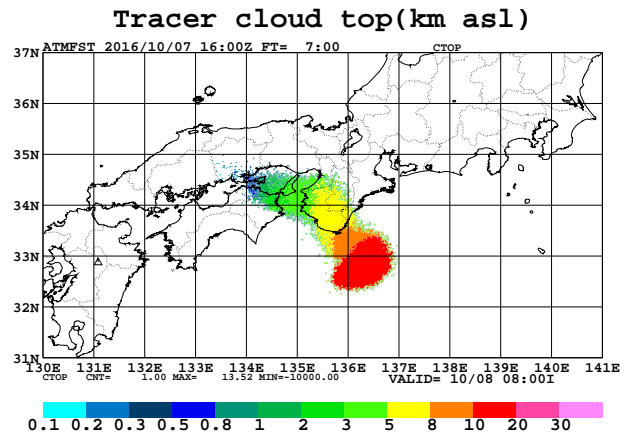


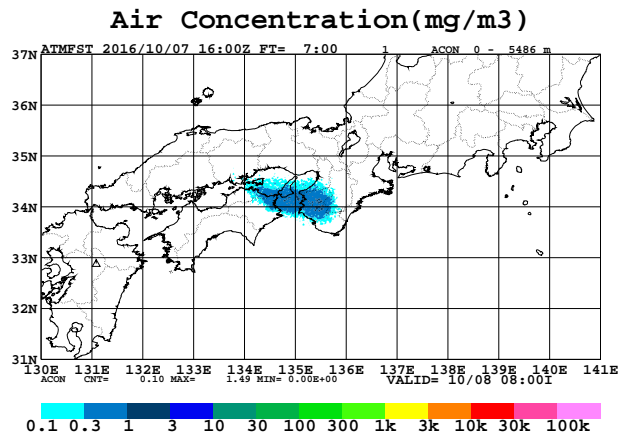
Figure 6.5 Example of PANDAH plot. Same case as in Figure 6.4, i.e. Figures (a) and (f) are same as in Figures 5.13 (a) and 5.15 (a), respectively, but plot area is widened.



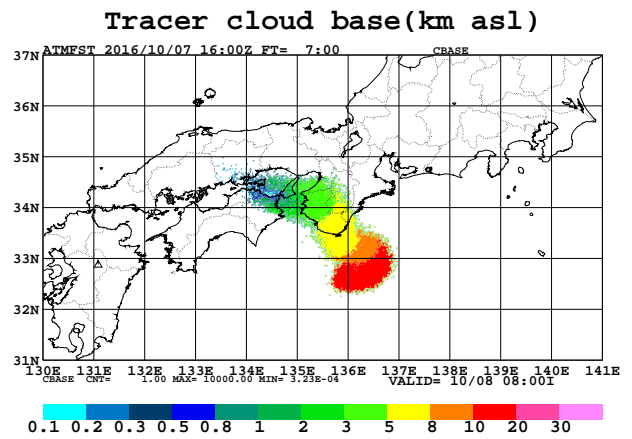
(g) Atmospheric concentration (ACON, upper layer)



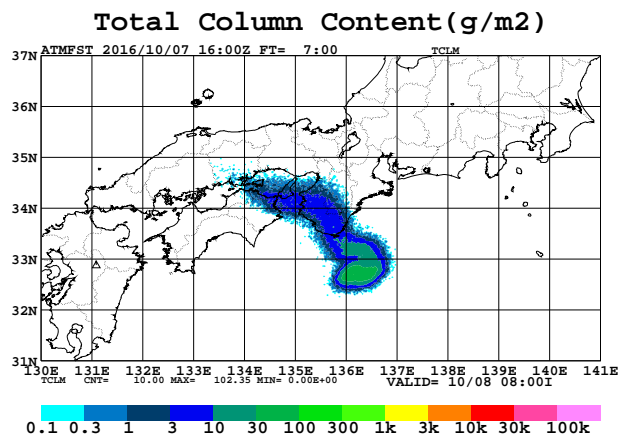
(j) Tracer cloud top (CTOP)



(h) Atmospheric concentration (ACON, lower layer)



(k) Tracer cloud base (CBASE)



(i) Total column content (TCLM)

Figure 6.5 (Continued)

Table 6.1 2×2 contingency table. FO, FX, XO and XX indicate the number of occurrences in each category, respectively, and $N \equiv FO + FX + XO + XX$ is the total number of events.

Predictions	Observations		Total
	Yes	No	
Yes	FO (Hit)	FX (False alarm)	FO + FX
No	XO (Miss)	XX (Correct rejection)	XO + XX
Total	FO + XO	FX + XX	N

(1) スコア

各観測点において、観測のあり／なしに対する予測のあり／なしの 4 分割表 (Table 6.1) から出力する。

適中率

$$HR \equiv \frac{FO + XX}{N} \quad (0 \leq HR \leq 1) \tag{6.3}$$

HR は 1 に近いほど適中している。

空振り率

$$FAR \equiv \frac{FX}{FO + FX} \quad (0 \leq FAR \leq 1) \tag{6.4}$$

FAR はゼロに近いほど空振りが少ない。

見逃し率

$$MR \equiv \frac{XO}{FO + XO} \quad (0 \leq MR \leq 1) \tag{6.5}$$

MR はゼロに近いほど見逃しが少ない。

バイアスコア

$$BI \equiv \frac{FO + FX}{FO + XO} \quad (BI \geq 0) \tag{6.6}$$

BI は 1 に近いほどバイアスが小さい。

スレットスコア

$$TS \equiv \frac{FO}{FO + FX + XO} \quad (0 \leq TS \leq 1) \tag{6.7}$$

TS は 1 に近いほど精度がよい。

捕捉率

$$POD \equiv \frac{FO}{FO + XO} = 1 - MR \quad (0 \leq POD \leq 1) \tag{6.8}$$

捕捉率 POD と空振り率 FAR は、POD-SR ダイアグラム⁵ (Roebber, 2009) の描画に使用する。

⁵横軸を $x \equiv 1 - FAR \in [0, 1]$ 、縦軸を $y \equiv POD \in [0, 1]$ に取ったグラフ。このとき、 $BI = y/x$ 、 $TS = (1/x + 1/y - 1)^{-1}$ となるため、このグラフ上でバイアスコアの等値線は直線 ($BI = 1$ は傾き 1 の対角線)、スレットスコアの等値線は直角双曲線 ($TS = 1$ は座標 (1, 1) に対応) で表される。POD, FAR, BI, TS の 4 スコアをまとめて確認することができ、各スコアがよいほどグラフの (1, 1) に近づく。具体例は、Figures 5.14 (a), 5.18 (a), 5.20 (a) and 5.22 (a) を参照。

(2) 平均誤差・平方根平均二乗誤差 (RMSE)

N_o 点の観測点において観測値 o_n がある場合、同点における予測値 f_n から、平均誤差 ME および RMSE を出力する：

$$\text{ME} \equiv \frac{1}{N_o} \sum_{n=1}^{N_o} (f_n - o_n) \quad (6.9)$$

$$\text{RMSE} \equiv \sqrt{\frac{1}{N_o} \sum_{n=1}^{N_o} (f_n - o_n)^2} \quad (6.10)$$

ME は 1 に近いほどバイアスが小さく、RMSE (≥ 0) はゼロに近いほど精度がよい。

ジョブ Verif では現在、上式で定義した平均誤差と RMSE を出力している。検証対象の観測値が数値変わるような場合の予報誤差をまとめて評価するためには、より適切な重み付き平均誤差、RMSE (例えば、梅津・他 (2013) とその付録) などを見出して指標を改良する必要がある。