

気象庁の数値予報モデル(GSM・MSM)のテキスト化と 確率予測資料(1か月予報気温)の利用

植山秀紀

〔(国研)農業・食品産業技術総合研究機構 西日本農業研究センター 善通寺研究拠点〕

Transformation of numerical weather prediction models outputs into text data and utilization of air temperature forecasting for a month operated by Japan Meteorological Agency

〔 Western Region Agricultural Research Center, NARO 〕

1. はじめに

気象庁は、天気図の作成や天気予報等を目的に、大型コンピュータによる数値予報モデルの計算を毎日実施し、その結果である格子点値(GPV: Grid Point Value)データを配信している。気象庁の配信する GPV データの一覧および詳細については、気象庁のホームページ (https://www.data.jma.go.jp/developer/gpv_sample.html) で確認できる。GPV データのうち、全球数値予報モデル(GSM: Global Spectral Model)とメソ数値予報モデル(MSM: Meso-Scale Model)の2つは、2日～11日程度先の気象の予報データである。GSM データ及び MSM データは、2018 年以降予報時間の変更されるとともに、日射量の要素が追加されるようになった。また、MSM については 2017 年以降、新たに開発された非静力学モデルによる運用が行われている。

GPV データは、一般には気象業務支援センターを通じて有償で配信されるものであるが、京都大学生存圏研究所生存圏データベース「グローバル大気観測データ」(<http://database.rish.kyoto-u.ac.jp/>) や筑波大学計算科学研究センター「気象庁 GPV データ」(https://www.ccs.tsukuba.ac.jp/research_project/database/) は、教育・研究機関向けに GPV データを無償提供するデータベースを公開しており、研究・教育目的であれば誰もが利用できる環境にある。しかし GPV データは、世界気象機関が定める GRIB2 という特殊なフォーマットのバイナリファイルで記録されているため、かつては、専門知識をもつ研究者や技術者にしか扱えなかった。また、1 データ当たりのファイルサイズも大きく、パソコンで長期のデータを扱う事は困難であった。しかし、近年の情報通信技術の飛躍的な発達により、簡単なプログラムを作成できる者であれば、GPV データの扱いは容易となっており、今後、気象庁の数値予報モデルの利用は拡大すると思われる。

気象庁の GPV データに採用されている GRIB2 形式のバイナリファイルは、wgrib2 (<https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/wesley/wgrib2/>) という米国海洋大気庁(NOAA) が提供する処理プログラムを使って、テキストデータに変換することができる。また、プログラム言語 python に精通している者であれば、pygrib というライブラリーを使うことでデータを抽出すること

ができる。このほか、GPV データをテキスト化するための具体的なプログラミング方法等については、インターネット上の質問サイト (https://detail.chiebukuro.yahoo.co.jp/qa/question_detail/q12115975842) や研究者が開設しているホームページ (http://www.hysk.sakura.ne.jp/Linux_tips/how2use_wgrib2) などでも知ることができる。このように、GPV データを読むための情報はインターネット上に複数紹介されているが、そのほとんどが専門家向けの情報であり、GPV データをテキストデータに変換した上での具体的な利用例は示されていない。そこで本トピックでは、筆者のようなプログラミングに関する初歩的な知識しか有しない者が、GSM や MSM の格子点データから、任意地点における気象予報値のテキストデータを取得した事例を紹介する。さらに本トピックでは、農研機構が開発したメッシュ農業気象データ(大野ら, 2016)以外の 28 日先の気温予報データの利用事例として、気象庁がホームページで無償公開している確率予測資料(1か月予報気温)による、気温予報値の検証結果について紹介する。

2. GPV データのテキスト化

2.1 テキスト化プログラム

筆者が作成した C++ 言語によるプログラムにおいて、GSM および MSM の気象データを wgrib2 により、csv ファイル形式のテキストデータに変換するためのプログラムコードは、以下の 2 行(L1, L2)のみである。

```
L1: sprintf_s(cmd, "wgrib2 %s -match ¥": "%s: %s: %s: ¥" -csv %s",  
    GPVfile, PARAM, Press, TIME, FOUT);  
L2: system(cmd);
```

プログラム中の各変数には、以下の名称を記載する。

GPVfile: GPV データのファイル名

PARAM: 気象要素名

Press: 気圧面(地上データの場合は、地上高度)

Time: 抽出する時間(無記載の場合は全データ)

FOUT: 出力ファイル名

このとき、ファイル名以外の記載ルールは、表 1 のとおりである。

<https://agrmet.jp/wp-content/uploads/2022-A-1.pdf>

2022 年 1 月 11 日 受付

Copyright 2022, The Society of Agricultural Meteorology of Japan

表 1. 気象要素 (PARAM), 気圧面・高度 (Press), 時間 (Time) における各記号と意味

気象要素		気圧面(地上高度)		時間	
記号	物理量	記号	物理量	記号	意味
UGRD	東西風速	N_mb	N=気圧面	anl	初期時刻
VGRD	南北風速		GSM: 1000, 925, 850, 700, 600, 500, 400, 300 MSM: 1000, 975, 950, 925, 900, 850, 800, 700, 600, 500, 400, 300	N_hour_fcst	N 時間予報
TMP	気温				
RH	相対湿度				
WEL	上昇流				
PRMSL	海面更正気圧	mean_sea_level	海面更正気圧	N1-N12	N1 時間から N2 時間までの降水量の積算値
PRES	地上気圧				
LCDC	下層雲量	surface	地上気圧, 雲量(4 要素), 日射量	_hour_acc_fcst	
MCDC	中層雲量				
HCDC	上層雲量	10_m_above_ground	地上東西風速 地上南北風速	N1-N2_hour_ave_fcst	N1 時間から N2 時間までの日射量の平均値
TCDC	全雲量				
APCP	降水量	N_m_above_graound	地上気温・相対湿度 GSM: N = 2 MSM: N = 1.5		
DSWRF	日射量				

_ :スペース

このプログラムコードはあくまでも一例であり、実際には、それぞれが利用するプログラム言語に合わせてプログラミングすることになる。なお、Windows パソコンの場合、wgrib2 によりテキスト化する場合は、wgrib2.exe ファイルのほか、4 つの DLL ファイル (cyggcc_1-1.dll, cyggfortran-3.dll, cyggomp-1.dll, cygwin1.dll) を同じフォルダに保存しておく必要がある。また実際のプログラミングでは、複数データの処理など、それぞれの利用目的に応じたプログラミングを行う。筆者の場合、PARAM, Press, Time の各変数については、control ファイルに記載することで、変数を変更するたびにプログラムを改変する必要がないよう工夫しているほか、入力ファイル名 (GPVfile) と出力ファイル名 (FOUT) の一覧を記したファイルを用いることで、1 度プログラムを実行するだけで、複数日時のデータをテキスト化できるようにしている。

2.2 任意地点における GPV データのテキスト化

テキストファイルに変換された GPV データは、格子間隔約 20 km の GSM データの場合、1 要素、1 気圧面、1 時間のデータで 18,271 行ある。比較的新しいパソコンであればテキストエディタでも扱えるが、人力により必要なデータを特定し取り出すことは非現実的で、何らかの処理が必要になる。そこで本節では、筆者が任意地点において、GPV データから特定の気象要素をテキストファイルとして抽出した手法を紹介する。

任意地点における GPV データの抽出手順は図 1 のとおりで、各工程を実行するための簡易なコンソールアプリケーション(アプリ)を作成した。まず、GVP データファイル(気象庁予報部、2018)のうち、必要とするデータの起点日時における 3 つのファイル(0~84 時間予報, 87~192 時間予報, 195~264 時間予報)から、必要とする気象要素をテキストファイルとして抽出する。次に、テキスト化した 3 つのデータファイルから、対象地点の周辺

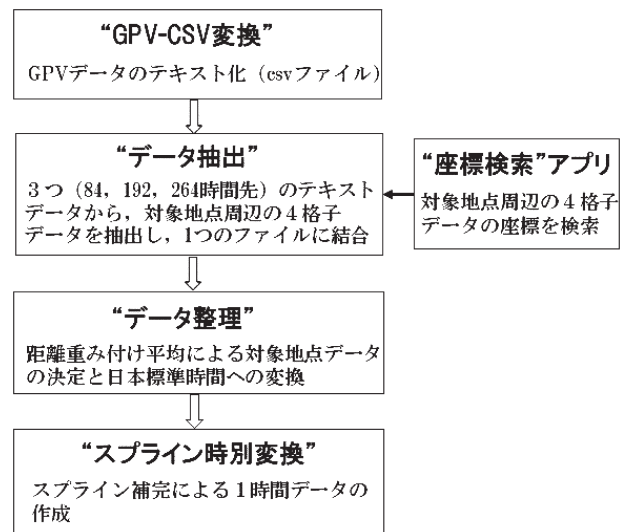


図 1. 任意地点における GPV データのテキスト化の手順

4 格子点の GPV データを“データ抽出”アプリを使って抽出するとともに、1 つのファイル(0~264 時間の予報値)に結合する。このとき、対象地点周辺の 4 格子点の座標は、“座標検索”アプリを使って事前に特定しておく。そして、“データ整理”アプリにより、4 格子点の GPV データの距離重み付け平均により、対象地点の GPV データを求める。このとき同時に、協定世界時(UTC)で表示されている時間を日本標準時に修正する。さらに、3 時間もしくは 6 時間間隔となっているデータについては、“スプライン時別変換”アプリにより、スプライン補完された 1 時間毎のデータに変換する。

2.3 全天日射量のテキストデータ化

本節では、GPV データのテキスト化の具体例として、農研機構西日本農業研究センター善通寺研究拠点の気象観測所(緯度 34.230103 度, 経度 133.774953 度)において, 2.2 の方法により GPV データから全天日射量をテキストデータとして抽出し, その予報精度を検証した結果を示す。全天日射量のテキスト化は, 2021 年 1 月 1 日~1 月 31 日および 2021 年 8 月 1 日~8 月 31 日の日本時間 21 時(UTC12)を初期値とする, GSM データについて実行した。

図 2 は, 各初期値の翌日を 1 日後として, 10 日後までの GSM による日積算日射量予報値の観測値に対する 2 乗平均平方根誤差(RMSE)である。日射量が小さいため 1 月の RMSE は 8 月よりも小さいが, 両月の誤差はいずれも, 予報日が先になる

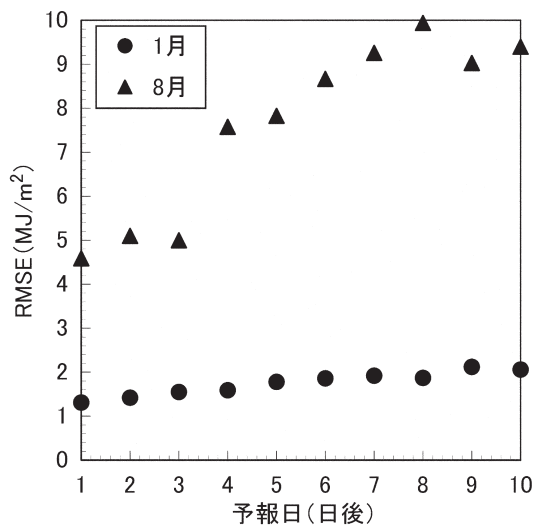


図 2. GSM データにおける日積算日射量の予報値の 2 乗平均平方根誤差 (RMSE)

ほど大きくなる傾向を示した。また, 観測日射量に対する, 観測値と予報値との差の絶対値の割合(誤差割合)と日照率(1 日の日照時間/可照時間)との関係を見ると, 図 3 のとおり, 日照率が増加するにしたがい誤差割合は低下した。日照率 0 の日には, 誤差割合が 600%以上となる日もあったが, 図 3 の縦軸の上限は 100%までとし, 誤差割合が 100%以上の日は全て 100%として図示している。実際のところ, 全 620 データのうち 100%を超えた日の割合は 18%(最大誤差割合 698%)であった。わずか 2 カ月の事例であるが, 今回の結果から, 日射量の予報誤差は, 予報時間の長さよりも日照率の影響の方が大きいと思われ, 1 月に比べ 8 月の RMSE が大きかった理由として, 日射量の絶対値が大きいこと他に, 1 月の雲量の予報精度が 8 月よりも高かったことが理由として考えられた。また, 日照率が

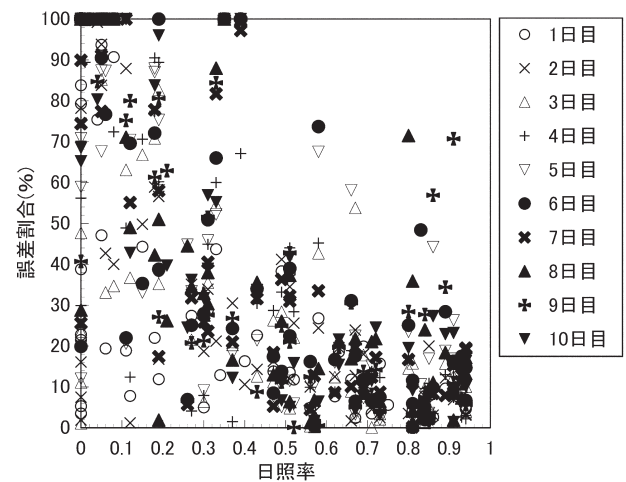


図 3. GSM データによる日積算日射量の誤差割合と日照率との関係

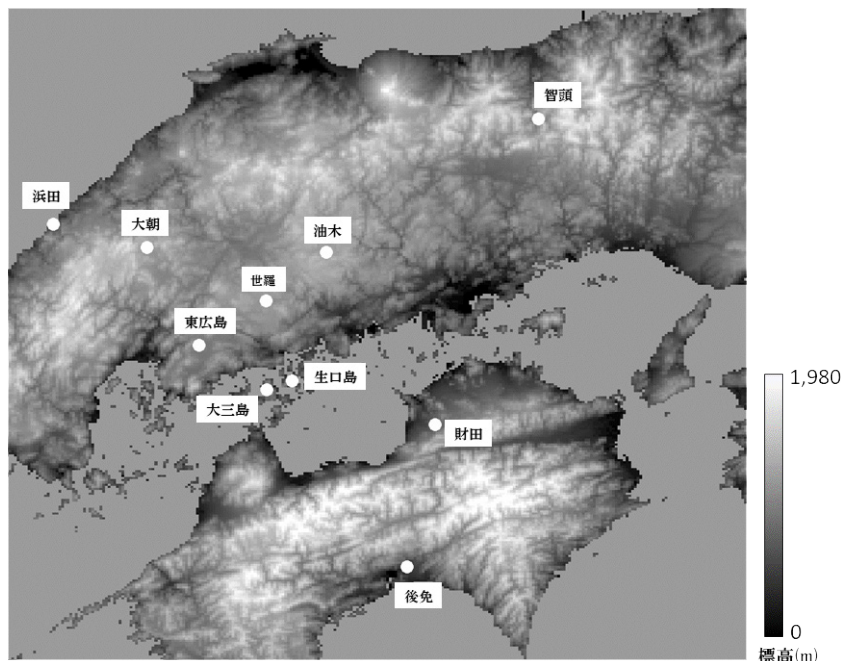


図 4. 確率予測資料による気温予報値の精度検証に利用したアメダスポイント (背景は, 描画時に正規化された 1 km メッシュ地形データ)

50%以上であれば、概ね 10 日先まで、20%程度の誤差で日射量は予報されていた。

3. 気象庁の確率予測資料(1 か月予報気温)の利用例

本章では気象庁の 1 か月予報データの利用例として、気象庁の確率予測資料(1 か月予報気温)とアメダスの気温観測値を比較した結果を紹介する。予報精度の検証は、3 年間(2016～2018 年 1～12 月)の日平均気温で、気象庁確率予測資料の地域別データのうち、各月の 1 週目・2 週目・3-4 週目のアンサンブル平均値(平年との差)をアメダスの平年値に加算した値を予報値として、アメダスの観測値との誤差を評価することで実施した。比較したアメダスポイントは、図 4 の 10 地点(浜田・智頭・大朝・油木・世羅・東広島・生口島・大三島・財田・後免)で、これらは、山陰、山陽、四国の各地方において、都市部ではない、海岸部および山間部から選択した。

図 5 は、各アメダスポイントにおける、観測値に対する予報値の RMSE である。そして、各アメダスポイントにおける 3 年間(2016～2018 年)の各月の 1 週目、2 週目、3-4 週目の RMSE は、表 2 のとおりとなった。28 日先までは予報期間に関係なく、RMSE2.5℃以下の精度で、気温は予報されていた。また、全ての地点において、予報期間が長くなっても著しい誤差の拡大は認められず、概ね同様の数値内に収まった。一例として、油木における 28 日先までの予報誤差(36 データ)の推移を図 6 に示す。

本資料で示した結果は、中国四国地方に限定されたものであるが、予報期間の長さの影響を受けずに同じ精度で予報されることから、28 日先までの気温の傾向を数値的に評価する場合には、気象庁の 1 か月予報は有用であると思われる。なお、各アメダスポイントの平年値データは、アメダス観測値と同じく気

象庁のホームページから入手できる。そして、アメダスポイント以外の平年値データについては、気象庁が作成している解像度 1 km のメッシュ気候値から取得できる。このメッシュ気候値は、気象業務支援センターから購入できるほか、国土交通省の国土数値情報ダウンロードサイト(https://ftp.mlit.go.jp/ksj/gmlold/datalist/gmlold_KsjTmplt-G02.html)からも取得できる。

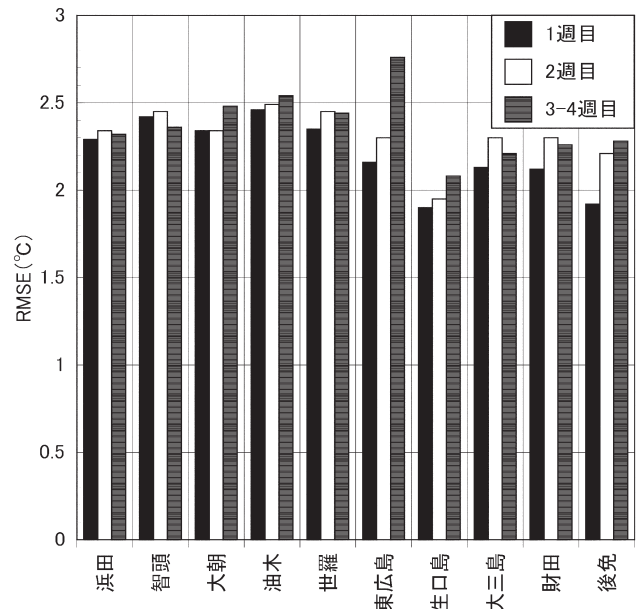


図 5. 各アメダスポイントにおける確率予測資料にもとづく日平均気温の 2 乗平均平方根誤差(RMSE)

表 2. 気象庁確率予測資料による日平均気温の予報値の 2 乗平均平方根誤差 (RMSE : °C)

アメダス ポイント	1 週目			2 週目			3-4 週目		
	RMSE	最大 誤差	最小 誤差	RMSE	最大 誤差	最小 誤差	RMSE	最大 誤差	最小 誤差
浜田	2.3	4.6	-5.1	2.3	4.2	-6.4	2.3	5.4	-5.8
智頭	2.4	4.3	-6.3	2.5	4.1	-6.3	2.4	5.0	-7.0
大朝	2.3	4.6	-5.5	2.3	5.3	-5.7	2.5	4.9	-7.2
油木	2.5	5.0	-5.7	2.5	4.5	-6.3	2.5	6.0	-6.6
世羅	2.4	5.0	-4.9	2.5	4.4	-6.0	2.4	5.6	-6.3
東広島	2.2	4.3	-5.0	2.3	4.1	-5.9	2.3	4.7	-6.5
生口島	1.9	3.9	-4.1	2.0	3.7	-4.9	2.1	4.2	-5.7
大三島	2.1	4.6	-3.7	2.3	5.0	-4.3	2.2	5.3	-4.8
財田	2.1	4.0	-5.1	2.3	4.2	-5.7	2.2	4.8	-5.8
後免	2.1	4.1	-4.6	2.3	3.8	-6.1	2.3	4.7	-6.5

* 最大誤差は全誤差データの上位 5%の平均値、最小誤差は全誤差データの下部 5%の平均値

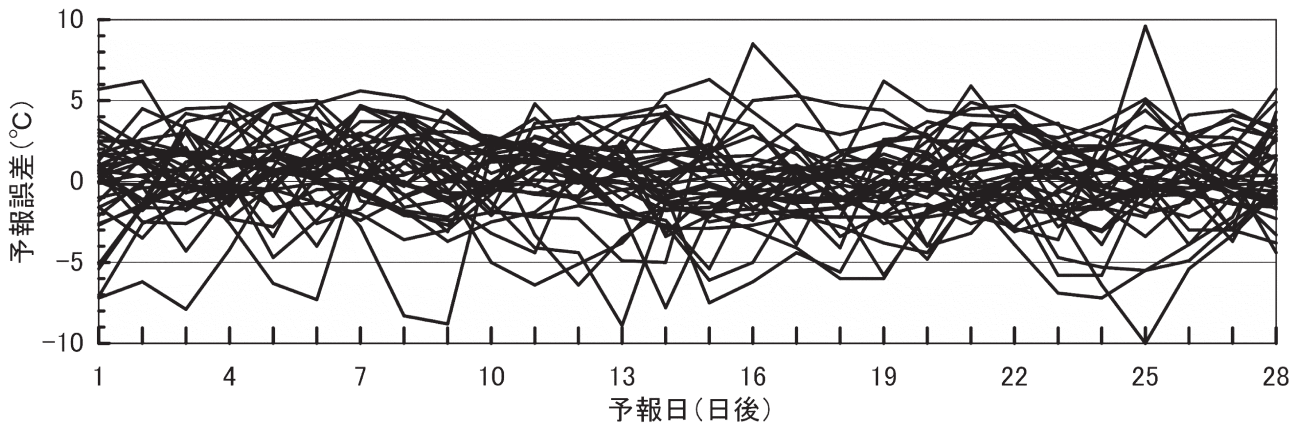


図 6. アメダスポイント（油木）における確率予測資料にもとづく日平均気温の予報誤差の推移

4. おわりに

これまで、GPV データを取り扱った研究の多くは、気象分野を中心に実施されており、農業気象分野では少なかった。しかし、近年の通信技術や情報処理技術の発展は目覚ましく、気象データのような大容量データの取得や取り扱い、個人が所有するパソコンでも容易になっている。今後、農業気象分野の研究者等は、GPV データを使った研究開発等に取り組むだけでなく、今後の重要なキーワードの一つになると思われる「データ駆動型農業」を実現するための有益な情報を現場にとどける手段として、GPV データ等の数値予報を利用することに期待している。

謝 辞

株式会社ビジョンテック鳥取出張所の岡田周平所長には、GPV データのテキスト化プログラムの作成において、多くの情報を提供していただきました。ここに謝意を表します。また、全天日射量の事例で利用した GPV データは、京都大学生存圏研究所生存圏データベースから取得し、気象庁の確率予測資料（http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/probability/guidance/csv_k1.php）およびアメダスデータ（<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>）は、気象庁のホームページから取得した。

引用文献

- 大野宏之・佐々木華織・大原源二・中園江, 2016: 実況値と数値予報, 平年値を組み合わせたメッシュ気温・降水量データの作成. 生物と気象 **16**, 71-79.
- 気象庁予報部, 2018: 全球数値予報モデル GPV の予報時間の延長について. 配信資料に関する技術情報第 480 号. <https://www.data.jma.go.jp/add/suishin/jyohou/pdf/480.pdf> (アクセス日: 2021/12/28)