

天気記述を日射量としてとりこむ大気データ同化: 現代の1年の事例による性能評価

Atmospheric data assimilation which accomodates weather descriptions as observations of solar radiation: Evaluation of performance with a modern one-year case

*増田 耕一¹、Panduka Neluwala²、取出 欣也^{4,3}、芳村 圭³、田中 秀憲⁵、宮崎 将⁵、野澤 恵⁵、市野 美夏⁶、大久保 優^{7,8}、平野 淳平⁷

*Kooiti Masuda¹, Panduka Neluwala², Kinya Toride^{4,3}, Kei Yoshimura³, Hidenori Tanaka⁵, Sho Miyazaki⁵, Satoshi Nozawa⁵, Mika Ichino⁶, Yu Okubo^{7,8}, Junpei Hirano⁷

1. 東京都立大学 地理学教室、2. Peradeniya大学 土木工学科、3. 東京大学 生産技術研究所、4. Washington大学 大気科学科、5. 茨城大学 理学部 地球環境科学、6. 人文学オープンデータ共同利用センター、7. 帝京大学 史学科、8. 専修大学 環境地理学科

1. Department of Geography, Tokyo Metropolitan University, 2. Department of Civil Engineering, University of Peradeniya, 3. Institute of Industrial Science, University of Tokyo, 4. Department of Atmospheric Sciences, University of Washington, 5. Department of Earth Science, College of Science, Ibaraki University, 6. ROIS-DS Center for Open Data in the Humanities, 7. Department of History, Teikyo University, 8. Department of Geography, Senshu University

観測機器による気象観測が始まる前の気候についての情報を得るために、年輪その他の自然物とともに、人による文書記録が利用できる。とくに日本では、毎日の天気の記述をふくむ日記が豊富にある。他方で、データ同化技術が発達して、予報モデルの予報変数でない量の観測値もとりこむことができるようになった。機器観測がなかった時期についても、天気記述を、気象モデルによるデータ同化の入力とすることによって、多種類の気象要素の時空間分布を推定することができるだろうと期待する。

ここでは、この方法を、機器観測のある時期に適用し、実況にある天気現象をどのくらい再現できているかを検討する。

同化システムとしては、NCEPの季節予報で2004年まで使われていたGSM (全球スペクトルモデル)に、Miyoshi (2011, Monthly Weather Review)のLETKF (局所アンサンブル変換カルマンフィルター)を組みこんだものを持ちいる。ここで用いるGSMの空間分解能はT62 (格子間隔 約 250 km)、28層である。境界条件となる海面水温は、NOAA OISSTの月平均値を日ごとに時間内挿して与えている。

日記の天気にかわる現代のデータとして、気象庁の天気概況を持ちいる。地点は、日本全国から、GSMの格子の各マス目に1地点という基準で、18地点を選んだ。毎日の昼の天気概況の記述を、「晴れ」「くもり」「雨・雪」の3段階に分類し、市野ほか(2001, 天気; 2018, 地学雑誌)の方法で、日ごとの全天日射量に変換した。これを6時間ごとに分配して、地表での下向き短波放射フラックスの観測値として同化システムに与えた。また、同じ天気概況の記述から、降水の有無を判別し、「降水なし」のばあい、降水量の観測値 0 を与えた。これを「天気同化実験」とする。比較対象として、観測値を与えない「観測なし実験」もおこなった。実験対象期間は、1995年の1月1日から12月31日までの1年間である。LETKFのアンサンブルのメンバー数は30とした。

同化結果のうちで、おもに海面気圧、補助的に 850 hPaの渦度と降水量のそれぞれアンサンブル平均の解析値を見た。実況の情報としては、JRA55および地上天気図を用いた。

実況で日本付近を温帯低気圧が通ったばあい、天気同化実験でも、日本付近から東海上にかけて、実況と同

様な位置に低気圧が現われることが多い。ただし、強さ是对応するとはかぎらない。観測なし実験では気圧の谷の位置が実況とまったくあわないので、天気情報を取りこんだことは有効と考えられる。台風はあまりよく再現されない。これは、大気モデルの空間分解能が小さいこと、および、台風の経路と観測点分布とが重なる時間が短いことによると考えられる。また、梅雨期の天候もあまりよく再現されない。季節別にみると、この技法は、春・秋の天候の再現に有効と考えられる。

キーワード：歴史時代の気候、データ同化、日記天気記録、温帯低気圧

Keywords: climate in historical times, data assimilation, weather records in diaries, extratropical cyclones

Atmospheric data assimilation which accommodates weather descriptions as observations of solar radiation: Evaluation of performance with a modern one-year case

*Kooiti Masuda¹, Panduka Neluwala², Kinya Toride^{4,3}, Kei Yoshimura³, Hidenori Tanaka⁵, Sho Miyazaki⁵, Satoshi Nozawa⁵, Mika Ichino⁶, Yu Okubo^{7,8}, Junpei Hirano⁷

1. Department of Geography, Tokyo Metropolitan University, 2. Department of Civil Engineering, University of Peradeniya, 3. Institute of Industrial Science, University of Tokyo, 4. Department of Atmospheric Sciences, University of Washington, 5. Department of Earth Science, College of Science, Ibaraki University, 6. ROIS-DS Center for Open Data in the Humanities, 7. Department of History, Teikyo University, 8. Department of Geography, Senshu University

To acquire information about climate before the beginning of instrumental observations, we can use documentary records written by people in addition to natural objects such as tree rings. In particular, many diaries that contains descriptions of daily weather are available in Japan. On the other hand, data assimilation systems have so developed that they can incorporate such observed quantities that are not prognostic variables of the forecast model. Thus, we expect that we can know space-time distribution of meteorological elements of the times without instrumental observations by taking weather descriptions as input to atmospheric data assimilation systems.

In this study, we apply the method to a time period with instrumental observations, and examine how weather phenomena in the real world can be reproduced.

As the atmospheric model, the NCEP GSM (Global Spectral Model) of the version used for seasonal weather forecasts till 2004 is used. The spatial resolution is T62 (grid spacing ca. 250 km) and 28 layers. As for the assimilation scheme, LETKF (local ensemble transform Kalman filter) of Miyoshi (2011, Monthly Weather Review) is used. The sea surface temperature given as a boundary condition is based on monthly mean NOAA OISST, interpolated to daily time steps.

As present-day data which mimic weather descriptions in diaries, the general weather conditions ("tenki gaikyo") of Japan Meteorological Agency is used. 18 stations are chosen so that each station corresponds to one grid box of the GSM. We classify the daytime general weather condition of every day into three categories, "fine", "cloudy", and "rainy and snowy", and convert it into the daily amount of global solar radiation by the method of Ichino et al. (2001, "Tenki"; 2018, "Chigaku Zasshi"). Then we re-scale it into 6-hourly values and gave them to the assimilation system as observations of the downward shortwave radiative flux at the surface of the earth. In addition, we give zero as the observed amount of precipitation if and only if no rain or snow in daytime was documented in the general weather condition of the day. We call this the "weather assimilation experiment." As for comparison, we also conduct the "no-observation experiment" where no observations are given to the assimilation system.

The period of the experiments is one year of 1995, from 1 January to 31 December. The number of members of the ensemble of LETKF is 30.

Among the results of assimilation, we mainly look at the ensemble average analysis fields of sea level pressure, and additionally those of vorticity at 850 hPa and of precipitation. As for information on the real situation, we use JRA55 and surface weather charts.

When extra-tropical cyclones pass Japan in the actual situation, low pressure systems often appear in our "weather assimilation experiment" in positions similar to the real situation, over Japan as well as over oceans to the east of Japan. However, correspondence of their strengths are not always good. Since the position of troughs does not match the actual condition at all in our "no-observation experiment", we consider that assimilation of weather information is effective. Tropical storms are not well reproduced. We consider that this is partly because that the spatial resolution of our atmospheric model is insufficient, and partly because that the time span of overlapping between the course of a tropical storm and the spatial coverage of observations is short. The meteorological situations of the Baiu are not well reproduced, either. In terms of seasons, the performance of this technique seems good in spring and autumn.

Keywords: climate in historical times, data assimilation, weather records in diaries, extratropical cyclones