

四次元変分法データ同化システムを用いた十年規模気候変動予測 Decadal climate prediction using 4D-VAR data assimilation approach

望月 崇^{1*}; 石川 洋一¹; 増田 周平¹; 淡路 敏之²

MOCHIZUKI, Takashi^{1*}; ISHIKAWA, Yoichi¹; MASUDA, Shuhei¹; AWAJI, Toshiyuki²

¹ 海洋研究開発機構, ² 京都大学

¹JAMSTEC, ²Kyoto University

It is very recently that decadal climate prediction experiments have been carried out with initialization. As a first step in decadal prediction, simple initialization approaches have usually been used so far, particularly focusing on ocean states. An advanced initialization technique is a pressing concern toward further enhancing the decadal predictability by obtaining suitable atmospheric and oceanic initial conditions that are compatible with both the model and observations. Here, by employing a 4D-VAR data assimilation approach to initialize the atmosphere-ocean coupled climate model, we attempt to perform ensembles of decadal hindcast experiments in line with the CMIP5 protocol. We perform full-field initialization rather than anomaly initialization and assimilate the atmospheric states together with the ocean states. We can validate the predictive skills in the atmosphere and ocean temperature hindcasts in some areas and, roughly speaking, the spatial patterns of the hindcast skills are similar to those of the multi-model ensembles of the CMIP5 decadal hindcasts. While our assimilation system has been developed originally for the purpose of seasonal-to-interannual climate simulations and we use 9-month assimilation window in these experiments, the hindcast results suggest that the atmosphere and ocean states associated with low-frequency variations beyond annual timescales can also be effectively initialized through the iterations of the forward and backward runs of the 4D-VAR data assimilation.

Keywords: decadal prediction, climate prediction, global warming, data assimilation, 4D-VAR

TRMM PR ブライトバンド高度データの同化実験 Assimilation of TRMM-PR bright band heights

榎本 剛^{1*}; 山本 宗尚²
ENOMOTO, Takeshi^{1*}; YAMAMOTO, Munehisa²

¹ 京都大学防災研究所, ² 京都大学大学院理学研究科

¹Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, ²Graduate School of Science, Kyoto University

熱帯降雨観測衛星 TRMM の PR センサのデータセット 2A23 に含まれる、ブライトバンド高度を気温の直接観測と見なした同化実験を行った。ブライトバンドは、融解層付近からの強いレーダーエコーを指す。ブライトバンド高度は、再解析との比較から 0C 高度の数百 m 下に位置することが知られている (Harris et al. 2000)。TRMM PR のアルゴリズム (Awaka et al. 2009) において、ブライトバンド高度は衛星・地球楕円体間の距離と衛星・ブライトバンド頂間の距離との差の天底方向への投影として計算される。ブライトバンドの検出には再解析や現業解析の 0C 高度が使われているが、ブライトバンド高度自体は直接観測である。ブライトバンド高度は、海洋上の少ない直接観測を補完する貴重なデータであり、これを同化すれば解析精度が向上する可能性がある。衛星の放射輝度は主に晴天域のデータが利用され、水物質の同化は難易度が高い。これに対し、ブライトバンド高度は層雲に対応した曇天域データであり、放射計算が不要で同化は容易である。

本研究で用いたデータ同化システム ALEDAS2 (Enomoto et al. 2013) は、地球シミュレータ用大気大循環モデル AFES に局所アンサンブル変換カルマンフィルタ (LETKF) を適用したものである。AFES の解像度は T119L48 (水平 1 度, 鉛直 48 層) で、解析アンサンブル数は 63 である。このシステムを利用して作成されたデータセット ALERA2 をブライトバンド高度観測を同化していない参照実験とした。ブライトバンド高度には以下のような処理を施した。まず、各データはブライトバンド高度に 500 m を加えた高度における 0C の気温観測と見なした。次に、観測間の過度の水平相関を避け、計算負荷を減らすため、水平方向に半径 0.5 度に含まれるデータを距離の重みつきで平均した超観測を作成し、1 時間毎のウィンドウにまとめた上で LETKF の入力形式に変換した。

2010 年 1 月の 1 か月間のブライトバンド高度データの観測数は 2572986、超観測数は 61905 である。データは、35N-35S の熱帯及び亜熱帯に広く分布している。冬季である北半球は多くのデータが 30N 付近の海洋上に分布しており、ストームトラック上の低気圧に伴う層雲に対応することを示唆している (Yamamoto et al. 2006)。赤道から 25N 付近の亜熱帯高圧帯では、データは少ない。夏季である南半球では、海洋上では熱帯収束帯や亜熱帯収束帯付近に分布している。陸上では、アフリカ大陸南部、オーストラリア東部、アマゾンにも多数分布している。ALEDAS2 では 6 時間毎の解析時刻に対し、前後 3 時間のウィンドウが設定されている。ラジオゾンデ観測が行われる 0, 12UTC では気温の観測数は数%増加するだけであるが、6, 18UTC では 1.5-2 倍にもなる。

2010 年 1 月 3 日 0UTC から 4 日間の予備的な同化実験の結果、解析誤差の指標となる解析アンサンブル・スプレッドは、1 月 7 日 0UTC における地表面気圧でみると参照実験に対して全球で 0.51 Pa, 南半球 35-0S 平均で 0.94 Pa 低下した。解析インクリメントの二乗平均平方根は、全球で 2.4%, 南半球 35S-0 で 5.9%それぞれ増加している。

キーワード: 融解層, 曇天域衛星データ同化,, 観測システム実験

Keywords: melting layer, satellite data assimilation in cloudy area, observing-system experiment