

LETKFにおける衛星放射輝度観測データの最適バイアス補正法

*三好建正、門脇隆志、佐藤芳昭（気象庁数値予報課）

衛星放射輝度観測データは、全球大気データ同化において大きなインパクトを持つことが知られており、現在の全球数値天気予報において重要な役割を果たしている。しかし、衛星放射輝度観測データはバイアスを持っているため、これを補正する必要がある。佐藤(2007)は、気象庁の全球4次元変分法解析システム(4D-Var)に、Dee (2004)による変分法バイアス補正システム(VarBC)を組み込み、バイアス補正係数を日々最適に見積もるシステムを構築、現業利用を開始した。一方、Miyoshi and Sato (2007)は、気象庁全球モデルを用いたLETKF(局所アンサンブル変換カルマンフィルタ)実験で、現業のVarBCにより見積もられたある日のバイアス補正係数をそのまま固定値として用いた。これは簡便だが、LETKFにとって最適ではない可能性がある。実際、衛星放射輝度観測の同化による主な性能向上は確かめられたものの、現業4D-Varと比べると、下層の気温で性能の悪化を示すものであった(図1)。多くの部分でLETKFが概ね改善しているが、この下層の気温の改悪が主要因となり、500hPa高度場の予報スコアは、LETKFと4D-Varが北半球で同程度、南半球では改悪であった(図省略)。

そこで、LETKFにおいても、VarBCと同様に、バイアス補正係数を日々最適に見積もるシステムを考案・構築した。著者らが知る限り、このようなシステムは世界のアンサンブル・カルマンフィルタ(EnKF)研究でも例はなく、新しい試みである。ここに手法の詳細を述べる紙面はないため、エッセンスを簡単に述べる。VarBCでは、バイアス補正係数を予報変数の一部と見なし、評価関数にバイアス補正係数の項が追加される。ここで構築した手法は、VarBCと非常に似た評価関数を持つように設計され、バイアス補正係数について、陽に解析方程式を解くこととした。バイアスの説明変数や、バイアス補正係数の背景誤差の設定は、気象庁現業のVarBCと同一とした。

実験を行った結果、問題のあった下層の気温に敏感なAMSU-Aの4チャンネルについては、図2に示すように、4D-Varで最適に見積もられた初期の値から大きく変動した。一方、より上層の気温に敏感なチャンネルでは、このような変動は見られず、ほぼ一定値であった(図省略)。この結果、図1に示した下層の気温の問題は大幅に改善し(図省略)、これにより、北半球500hPa高度場の予報スコアで、4D-Varを若干上回る性能が得られた。4D-Varに対する対初期値予報誤差の改善率を、図3に示す。ここに示すすべての指標で最適バイアス補正法が大きく改善をもたらしており、特に北半球と熱帯では4D-Varを凌ぐ性能を与えている。

以上のように、VarBCと同様に、LETKFにおいても衛星放射輝度観測データのバイアスを最適に見積もるシステムを考案・構築し、良好な性能を得た。本手法は、LETKFに限らず、どんなEnKFにも適用できる

一般的手法である。本手法の成功により、LETKFの現業化に一歩近づいたと言えるだろう。

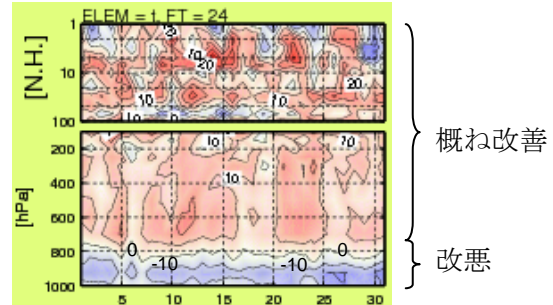


図1 最適バイアス補正法適用前のLETKFの気温の北半球24時間予報誤差(対解析)の現業4次元変分法に対する改善率(%). 概ね改善だが、800hPaより下層では改悪。横軸は2004年8月の日付。

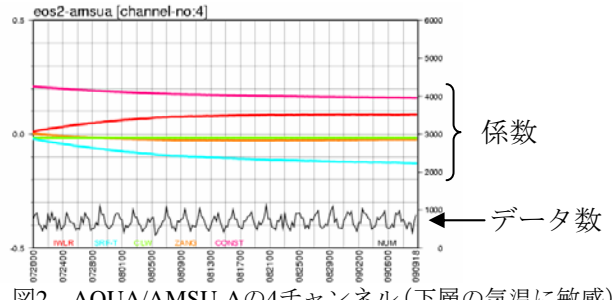


図2 AQUA/AMSU-Aの4チャンネル(下層の気温に敏感)のバイアス補正係数の日々変動。縦軸は係数の値(左)及びデータ数(右)、横軸は日付。

	PseaSurf	T850	Z500	Wspd850	Wspd250	
Global	-9.44	-12.78	-11.40	2.08	-0.16	適用前
N. Hem.	-5.84	-5.41	-3.21	3.07	0.30	
Tropics	3.58	-9.93	-16.84	13.03	9.74	
S. Hem.	-11.43	-18.16	-13.70	-2.09	-4.19	
Global	-7.16	-5.23	-6.97	3.30	1.02	適用後
N. Hem.	-3.80	1.24	0.82	4.04	0.54	
Tropics	5.74	1.50	-0.17	13.89	10.47	
S. Hem.	-8.97	-10.12	-9.48	-0.65	-2.21	

図3 最適バイアス補正法適用前(上)と後(下)の対初期値予報スコアの4D-Varに対する改善率(%).

謝辞

Eugenia Kalnay 教授(メリーランド大)、Jeff Whitaker 博士(NOAA)の各氏との有意義な議論や支援等に感謝する。

参考文献

- Dee, D. P., 2004: Variational bias correction of radiance data in the ECMWF system. *Proceedings of the ECMWF workshop on assimilation of high spectral resolution sounders in NWP, Reading, UK, 28 June - 1 July 2004*, 97-112.
- Miyoshi, T. and Y. Sato, 2007: Assimilating Satellite Radiances with a Local Ensemble Transform Kalman Filter (LETKF) Applied to the JMA Global Model (GSM). *SOLA*, **3**, 37-40.
- 佐藤芳昭, 2007: 変分法バイアス補正. 数値予報課報告・別冊, **53**, 171-175.