

観測データを用いたアンサンブルスプレッドとアンサンブル平均予報誤差の関係の診断

山口宗彦 (気象研究所台風研究部)

はじめに

数値予報結果の検証は、予報の有用性の理解、予報の欠点や限界の把握、数値予報システムの改良のために重要である。標準的な評価の方法は、データ同化の出力である解析値を真として、予報結果を解析値に対して検証する手法である。

この対解析検証は、検証結果の解釈が困難となることがしばしばある (Brawn et al. 2012)。たとえば、Park et al. (2008)は、海外の複数の数値予報センターの予報結果を用いた検証を行い、自国の解析値に対して検証を行うと誤差が小さくなる傾向があることを指摘した。別の例として、Bouttier and Kelly (2001)は、新しい観測データを同化した解析値に対して予報を検証すると、予報精度が悪く見えることがあることを指摘した。このような疑わしい予報精度の劣化は、短期予報の検証で見られやすい (Geer et al. 2010)。

対解析検証に対し、観測データを真として、予報結果を観測データに対して検証する手法を対観測検証と呼ぶ。たとえば、主要な数値予報センターでは、対解析検証だけでなく、ラジオゾンデ観測などの観測値に対する数値予報の検証なども行っている。

本研究では、対解析検証結果を補足または代替する情報を得るために、アンサンブル予報を観測データに対して検証した。ヨーロッパ中期予報センター (ECMWF) のアンサンブル予報システムを用い、アンサンブルスプレッドとアンサンブル平均予報誤差の関係 (スプレッド-エラーの関係) を統計的に調査した。観測データとしては、ラジオゾンデ観測に加え、全球的に観測データの得られる改良型マイクロ波気温探査計 (AMSU-A) による放射輝度温度を用いた。

数値実験

数値実験の期間を 2012 年 7 月 1 日から 2012 年 9 月 15 日とし、4 日毎に 00UTC を初期時刻として 20 メンバーによるアンサンブル予報実験を行い、スプレッド-エラーの関係を調査した。予報モデルの不確実性を考慮するスキームを ON/OFF させ、その影響も調査した。スプレッド-エラーの関係において、対解析検証の場合は解析誤差、対観測検証の場合は観測誤差を考慮した。解析誤差は ECMWF で採用されているアンサンブルデータ同化から推定した。ゾンデの観測誤差は ECMWF のデータ同化システムで採用されている値、AMSU-A の観測誤差は Bormann and Bauer (2010) で推定された値を採用した。

結果

図 1 に検証結果を示す。図中、スプレッドが大きい方の線が予報モデルの不確実性を考慮するスキームを考慮した実験の結果である。(以下、この実験の結果について記述する)。対解析検証では、特にスプレッドが大きい領域で、エラーに対してスプレッドが大きくなっている。このような状況を over-dispersive と呼ぶ (理想的なアンサンブル予報システムではスプレッド-エラーの関係は 1 対 1 の関係にある)。一方、対観測検証では、対解析検証に見られた関係は見られず、少なくとも over-dispersive な状況ではない。AMSU-A は特定の高度を観測しているわけではないので、対解析検証と対等に比較することはできないが、対解析検証において over-dispersive な関係が 700hPa 以外の高度にも見られることを考慮すると (図略)、対解析検証に見られる over-dispersive な関係は、アンサンブル予報誤差が小さく見積もられている結果を反映していると推測される。

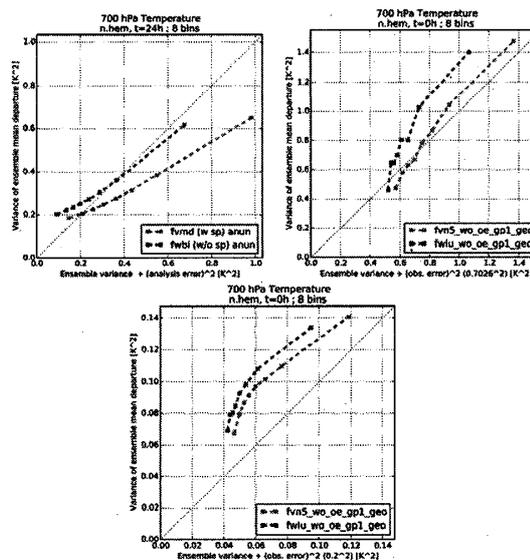


図 1. スプレッド-エラーの関係。左上図：対解析検証、右上図：対ラジオゾンデ検証、下図：対 AMSU-A チャンネル 5 (700hPa 高度付近に感度を持つ) 検証。検証項目は 700hPa 高度の気温、検証領域は北半球、検証の予報時間は 24 時間。横軸はアンサンブル予報の分散に、対解析検証の場合は解析誤差、対観測検証の場合は観測誤差の二乗を加えた値。縦軸はアンサンブル平均予報誤差の二乗である。スプレッドが大きい方の線が予報モデルの不確実性を考慮するスキームを考慮した実験の結果である。