

## 雲解像モデルへの2スケール Neighboring Ensemble 変分同化法 Dual-Scale Neighboring Ensemble Variational Assimilation for a Cloud-Resolving Model

青梨 和正<sup>1\*</sup>  
AONASHI, Kazumasa<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 気象庁気象研究所

<sup>1</sup> Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

### 1. はじめに

本研究の目的は、サンプリング誤差抑制法を含む Ensemble 変分同化法スキム (EnVA) を雲解像モデル (CRM、具体的には JMANHM を想定) 用に開発することである。これは CRM の Ensemble を使った同化法では、特に降水物理量に対して、サンプリング誤差が深刻な問題となるためである。

### 2. 2スケール Neighboring Ensemble 変分同化法

我々は、様々な降水事例の Ensemble 予報誤差解析に基づき、Neighboring Ensemble (NE) 法と、NE の2スケール分離から成るサンプリング誤差抑制法を開発した。NE 法は、Spectral Localization (SL) の仮定に基づき、粗格子内 (本研究では、5x5 grids) の NE を用いて予報誤差を近似する。NE の2スケール分離は、水平方向の予報誤差相関パターンの降水物理量とそれ以外の物理量の違いを反映させるため、NE 予報誤差を大規模場 (本研究では、13 x 13 grids の平均) とそこからの偏差へ分離する (降水物理量は偏差成分のみを持つと仮定した)。

上記サンプリング誤差抑制法を、3次元の EnVA (解析変数は、風速 (U,V,W)、温位、RHW2、降水強度、地上気圧) に導入するために、我々は、EnVA 解析インクリメントが、2スケール NE 予報誤差空間に属すると仮定した。我々は、鉛直方向の縮小近似を導入し、この予報誤差空間を2スケール NE 予報誤差の鉛直方向の相互相関の Singular Value Decomposition (SVD) 主要モードで表わした。(本研究では、この SVD は、大規模場については、大規模場の水平スケール (~600 km) の領域平均の鉛直相互相関から計算した。偏差成分に対しては、各粗格子の grid box 毎の鉛直相互相関から計算した。) 各点の SVD 主要モードは互いに独立なので、コストファンクションは、各モードの解析インクリメントの水平成分についての式に帰着する。次に、我々は、NE 予報誤差の水平方向の相関を使って、コストファンクションの第1推定項を水平方向に対角化した。我々は、上記のコストファンクションを共役勾配法によって最小値化し、Ensemble 平均の解析インクリメントの最適値を求めた。そして、各粗格子点での Ensemble 解析誤差共分散から Ensemble の各メンバーの解析値を計算した。RHW2、降水強度から、水物質 (雲水、雲氷、雨、雪、あられ) への変換には最小2乗法を使った。

### 3. OSSE の結果

本研究の EnVA のチェックのため、我々は、いくつかの降水事例について OSSE を行なった。地上降水強度のシミュレーションデータを同化した結果は、NE 法が、降水有りの Ensemble member の割合が 20% 以下の格子点でも尤もらしい降水物理量の解析値を作るのに成功していることを示す。また、ゾンデ観測のシミュレーションデータを同化した結果、NE の2スケール分離によって、非等方で降水強度に応じて空間スケールの変わる解析インクリメントが作られていることを示す。また、EnVA は、様々な水物質などの非線形関数である MWI TB の多チャンネルシミュレーションデータから、降水フラッグや降水プロファイルの情報をリトリブするのに成功している。

キーワード: アンサンブルを用いた変分同化法, 周囲のアンサンブル, 2スケール分離, GPM, GCOM, マイクロ波放射計  
Keywords: Ensemble-based variational data assimilation, Neighboring ensemble, Dual-scale separation, GPM, GCOM, microwave imager