

# 球面上のトレーサ移流 Advection of smooth and non-smooth tracers on the sphere

○榎本 剛

○Takeshi ENOMOTO

Advection is one of the most important processes in the atmosphere. It is crucial to use an accurate advection scheme to simulate the time evolution of tracers. A simple and accurate scheme has been developed by the author and verified with advection of a Gaussian hill. In this study the proposed scheme is verified with a standard test cases on the sphere. Our scheme is found to be capable of advecting non-smooth twin cosine hills and slotted cylinders and requires a quarter of the grid points to obtain the same accuracy as quasi-cubic interpolation, commonly used in operational weather and climate models. In addition the proposed scheme exhibit an excellent mixing properties. The ripple noise can be filtered and the mass can be conserved globally. These fixes can be applied with only a small penalty in accuracy or computational load.

## 1. はじめに

移流は大気中で最も重要な過程の一つであり、トレーサの時間発展を正確に再現するには、精度の良い数値スキームが必要である。著者は、簡便で高精度なスペクトル双 3 次補間を提案した<sup>1</sup>。このスキームでは、球面調和函数を用いて微分を精度よく計算し双 3 次補間に与えることにより、予報モデルや気候モデルで用いられている準 3 次（ラグランジュ）補間で顕著な消散を大きく低減できる。既に Gauss 型の山が精度よく移流できることは確認しているが、不連続のある分布での性能は明らかでなかった。本研究では、不連続のある分布を含む一連のテストケース<sup>2</sup>を行い、精度を検証した。

## 2. テストケース

トレーサの初期分布は、赤道上に並べた 2 つの (1) ガウス型の山, (2)  $\cos$  型の山, (3) 溝付円柱, (4)  $\cos$  型の山  $x$  と  $ax^2 + b$ , ( $a, b$  は定数) の非線型関係にある分布の 4 種類ある。非発散及び発散の風速場により、トレーサを両極に向かって引き延ばし、再び元に戻る。

## 3. 結果

スペクトル双 3 次（図、赤）では、低解像度（3 度）でも不連続のある  $\cos$  型初期分布（黒）に対して消散が小さいことが確認できた。また、2 つの分布の非線型の関係は非常に精度よく保たれ、不自然な混合が極めて少ないことも分った。

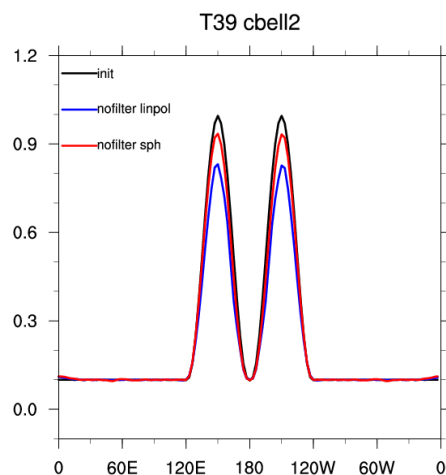


図 赤道における  $\cos$  型初期分布（黒）、準 3 次（青）、スペクトル双 3 次（赤）内挿を用いた最終分布。

- 1) Enomoto, T., 2008: SOLA, 4, 5-8.
- 2) Lauritzen, P.H. et al., 2012: Geosci. Model Dev. Discuss, 5, 189-228.