

## 動径基底函数を用いた球面上のセミ・ラグランジュ移流 Semi-Lagrange Advection using Radial Basis Functions on the Sphere

○榎本剛

○Takeshi ENOMOTO

Radial basis functions (RBF) have been used to construct an interpolant from scattered nodes, such as quasi-uniform nodes on the sphere. The RBF advective operator was shown to be well posed on the sphere and an Eulerian advection model on the sphere was constructed in the literature. In the present study, the advected operator is replaced with the upstream trajectory calculation and RBF interpolation to construct a semi-Lagrangian model on the sphere. The semi-Lagrangian model is found to be more accurate than the Eulerian model in the advection of cosine bell and to have much smaller ripples away from the bell. The semi-Lagrangian model presented in this study is a promising approach because of better accuracy and a longer time step than the Eulerian model.

### 1. はじめに

動径基底函数 (RBF) は、節点からの距離のみに依存する函数で、様々な形状のものが提案されている。規則的な格子を形成しない散在する節点でデータが与えられたとき、RBF を用いると任意の点での内挿値を精度よく計算することができる。

RBF は双曲線型微分方程式にも適用可能であり、球面上の準一様節点を用いたオイラー移流モデルが定式化されている。このモデルでは、RBF で展開された変数を微分し、移流を表す演算子を導出して用いている。この微分演算子は、極を含む球面上のあらゆる点で特異性をもたない。

一方、大気大循環モデルでは、オイラー移流スキームと並んでセミ・ラグランジュ移流モデルも広く用いられている。時間刻み幅 (タイムステップ) を長く取ることができ、値が急変する前線構造を精度よく表現できるためである。そこで本研究では、RBF を用いたセミ・ラグランジュ移流モデルを構築し、 $\cos$  型の山の移流実験により検証する。

### 2. 実験設定

準一様節点は、節点数  $n = 4096$  の球面螺旋節点を用いた。オイラー移流モデルは、形状パラメタ  $\varepsilon = 10$  のガウス型 (GA) RBF を用い、タイムステップは  $\Delta t = 30$  分である。セミ・ラグランジュ移流モデルでも GA 型の RBF を用い、形状パラメタは節点間隔から計算される  $\varepsilon \approx 8$  とし、タイムステップは  $\Delta t = 90$  分にとる。実験の設定は標準実験に準拠

し、傾斜させた剛体回転で赤道上に置いた  $\cos$  型の山を流し、極を通過して地球 1 周した 12 日後に誤差を評価した。

### 3. 結果

オイラー、ラミ・ラグランジュ移流モデルの規格化された平均二乗誤差平方根はそれぞれ  $7.98 \times 10^{-3}$ 、 $3.91 \times 10^{-3}$  となり、タイムステップが長くなったにもかかわらず、誤差は半減している。

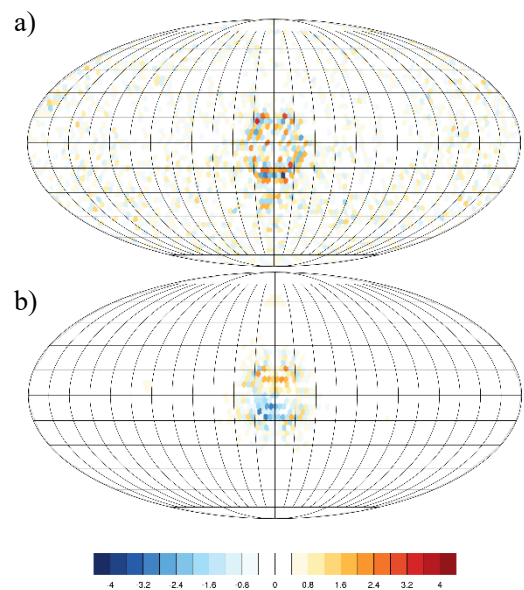


Fig. 1 Normalized root mean square error  $\ell_2$  for the (a) Euler and (b) semi-Lagrangian models after one revolution