

## 超実践データ同化基礎技術の短期集中コース      講師：三好建正

### 目的：

Lorenz の 40 変数モデル (Lorenz-96) を使って複数のデータ同化手法を自ら実装し、様々な実験を行って、データ同化システムの実際を体感することで、データ同化に関する実践的な“使える”基礎技術を身に付ける。

### 方法：

演習形式。質問等は随時受け付ける。週 2 回程度、定例会を開き進捗状況を確認する。参加者は数名程度を上限とする。傍聴は自由。傍聴者には定例会等に関するメールを CC する。

### 期間：

9 月 25 日から 10 月 17 日まで。10 月 17 日に、アンサンブル勉強会で成果発表。

### 課題：

1. Lorenz-96 を 4 次の Runge-Kutta 法を用いて実装する。パラメータ値  $F$  をいろいろ変え、 $F=8$  でカオスとなることを確認する。余裕があれば、他の時間積分スキームも実装してみる。
2. パラメータ値  $F=8$  とする。誤差の平均発達率について調べ、0.2 時間ステップを 1 日と定義することの妥当性を確認する。
3. 2 年分積分し、最初の 1 年分をスピニングアップとして捨てる。後半 1 年分を 6 時間毎に保存しておく。
4. Mersenne Twister 等の性質の良い乱数生成プログラムを用いて分散 1 の正規分布乱数を生成し、3 で保存した 6 時間毎の場に足しこんで、別途保存する。これを観測データとする。
5. 6 時間サイクルのデータ同化システムを構築する。KF の式を直接解くものでよい。ただし、KF の予報誤差共分散の部分に定数を入れられるように設計しておく。(定数を入れると、3 次元変分法と同値である)。
6. 3 次元変分法と KF との比較実験を行う。この際、観測分布への依存性を調べる。また、パラメータ等への依存性も調査し、特徴を調べる。
7. EnKF を実装し、KF との比較実験を行う。Whitaker and Hamill (2002, MWR) による EnSRF や、Bishop et al. (2001, MWR) による ETKF、Hunt et al. (Physica D, 2007) による LETKF 等。
8. 余裕があれば、4 次元変分法を実装し、比較する。4 次元変分法には、アジョイントモデルを構築するほか、近似的に  $40 \times 40$  行列の線形モデルを生成する方法もある。もしアジョイントモデルを構築すれば、近似的な線形モデル行列との違いについて調べてみるのも面白いかもしれない。モデルの非線形性の調査になる。線形モデルの場合一致することを確認する。
9. 発展的課題：完全モデルを仮定してきたが、モデル誤差を導入して同様の調査を行ってみる。

### タイムスケジュール (目安)：

1-4：10 月 1 日頃、5、6：10 月 10 日頃、7-9：10 月 17 日頃  
なお、講師 (三好) は、9/26-29, 10/6-8, 10/25 以降は不在です。

### 備考：

行列演算や乱数生成のプログラム等、参考プログラムは提供可能。適宜このプログラムを解読し用いても良い。