MACS SG1　活動報告

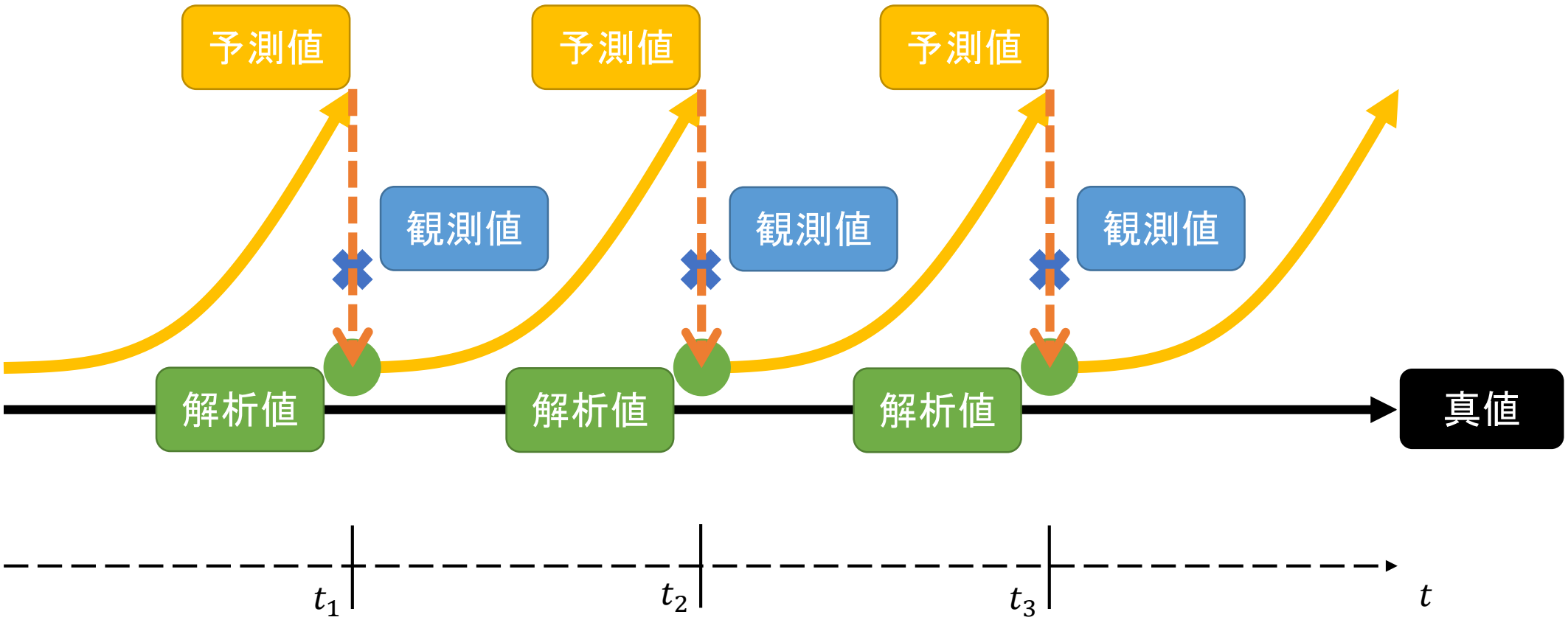
データ同化の数理と応用：
理論モデルとデータをつなぐデータサイエンス

2018年2月23日

理学部（数理科学系）　外村一朗

データ同化とは？

- カオス系において、観測値をもとに予測値を修正しながら真値を推定する手法。
- モデルとデータがあればどのような系に対しても（原理的には）適用できる。


予測値
予測値
予測値
観測値
観測値
観測値
解析値
解析値
解析値
真値
t_1
t_2
t_3
t

データ同化でできること

- 真値の推定
- モデル誤差の推定
- モデルパラメータの推定

など

データ同化の応用例

地球科学

- 気象・気候
- 地震

生命科学

- 植物学
- 神経科学

工学

- 制御工学
- 機械学習

社会科学

- 交通流
- 経済モデル

活動内容

- 講義：データ同化A（前期）・B（後期）
- RIKEN International School on Data Assimilation (2018/01/22-26)
- RIKEN International Workshop on Uncertainty Qualification (2018/02/19-21)
- 理研・京大データ同化研究会 (2018/02/21)

データ同化A（前期）

講師：三好建正　先生

参加人数：約20名

内容：

- 数学的基礎
- データ同化の手法、実装技術
- 実習課題

データ同化B（後期）

講師：三好建正　先生

参加人数：4名

内容：

- データ同化に関連する理論、実装技術
- 最近の研究事例の紹介
- 実習課題

実習課題

- 前期：toy modelを用いてデータ同化の手法を実装する。
- 後期：受講者の興味に応じたテーマに沿って課題に取り組む。

Lorenz-96 model

- 実習課題ではLorenz-96 modelと呼ばれるtoy modelを利用した。
- 現在でもデータ同化の研究で広く利用されている。

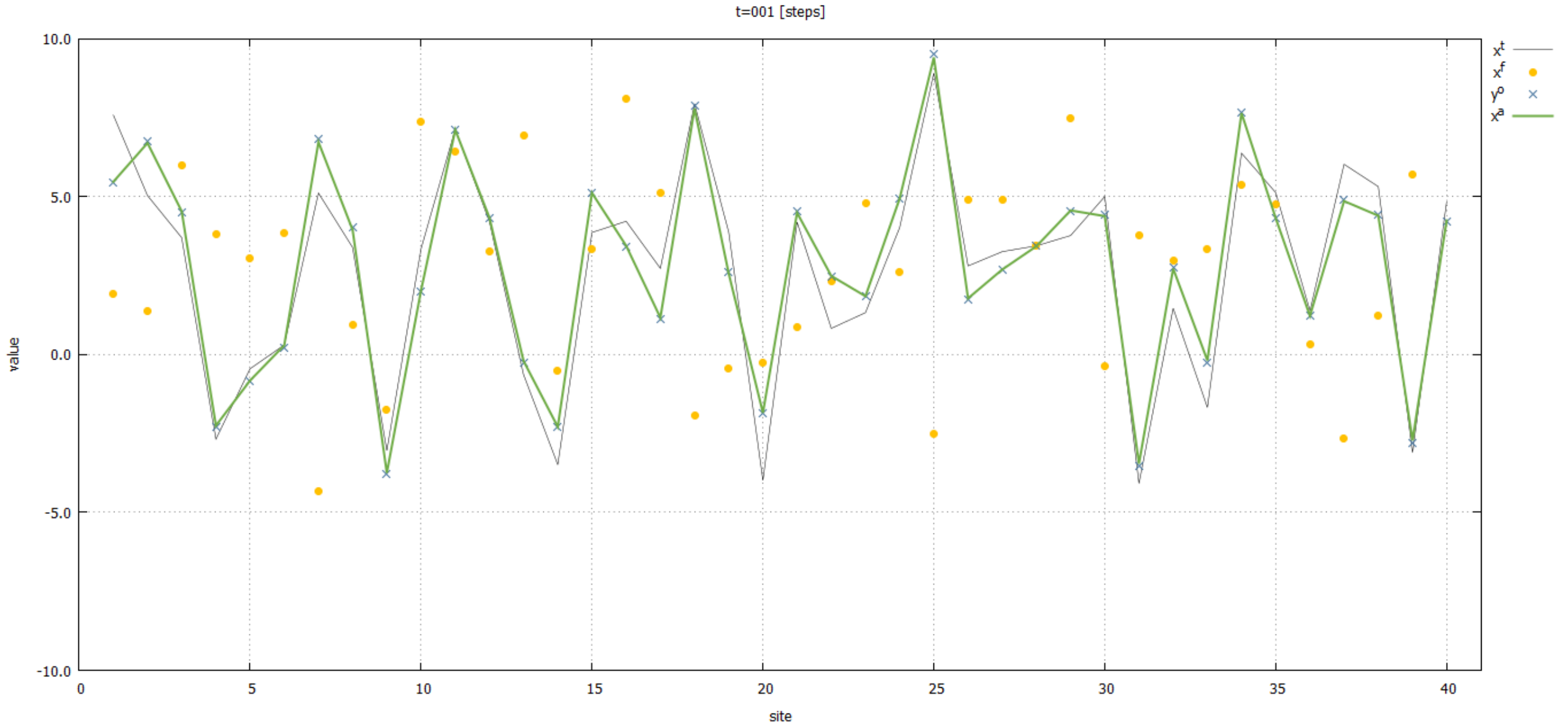
Lorenz-96 model

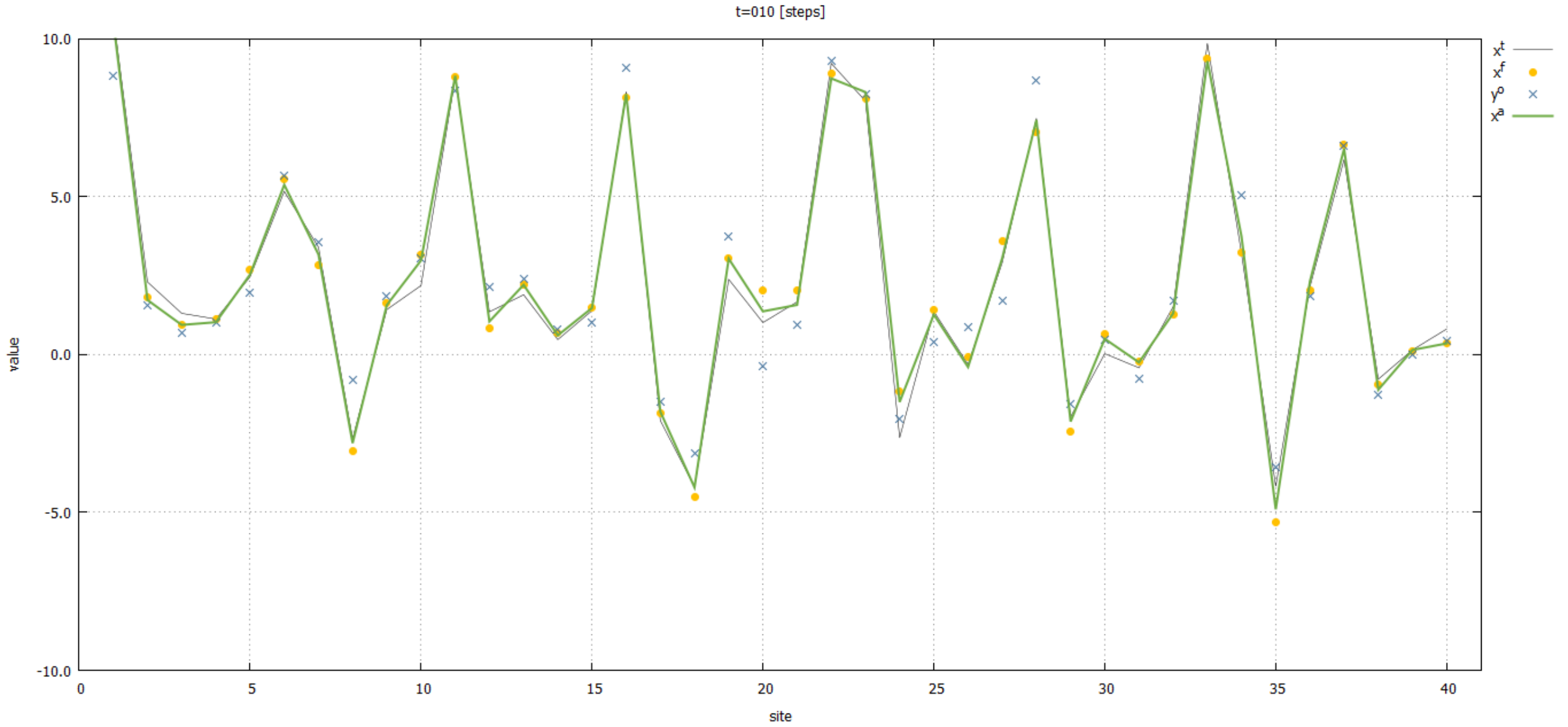
- 常微分方程式

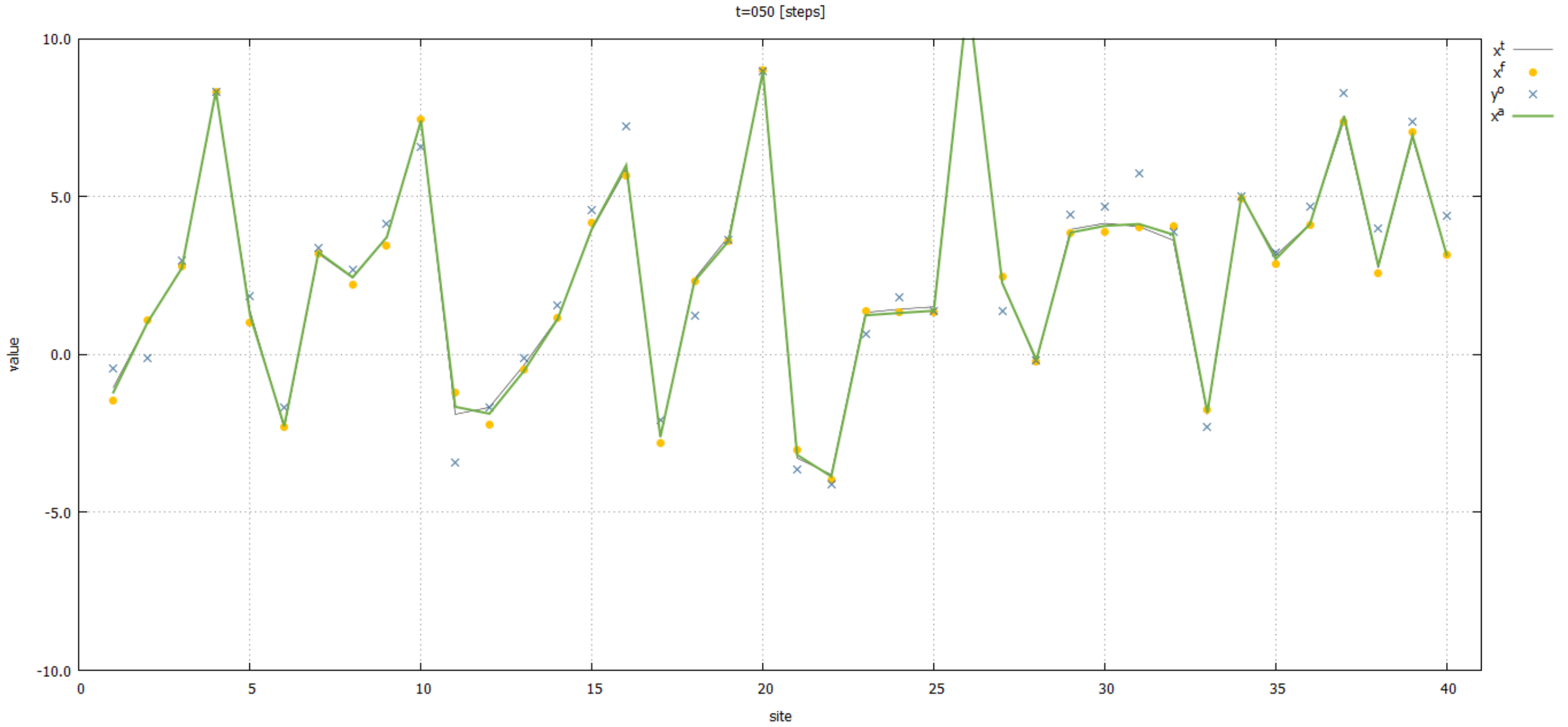
$$\frac{\mathrm{d}x_j}{\mathrm{d}t} = \left(x_{j+1} - x_{j-2}\right)x_{j-1} - x_j + F \quad (\, j = 1, \ldots, 40 \,)$$

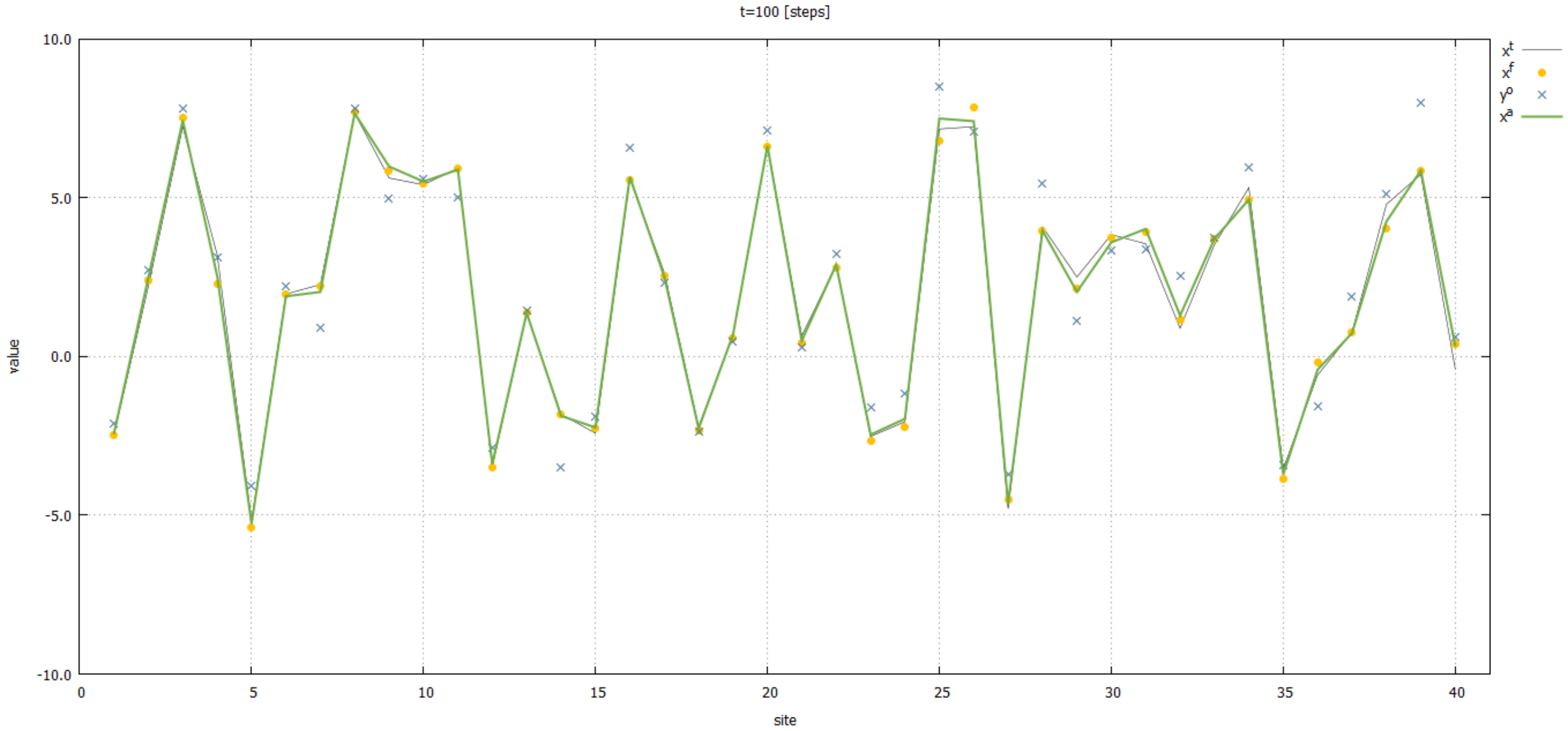
の4次Runge-Kutta法による数値解を真値とする。

- 各時刻ステップの真値に乱数を加えて観測値を生成する。
- アトラクタ上のランダムな点から出発して、予測→観測→解析のサイクルを繰り返しながら真値を推定していく。


t=001 [steps]
10.0
5.0
0.0
-5.0
-10.0
value
0
5
10
15
20
25
30
35
40
site
x^t
x^f
y^o
x^a


t=010 [steps]
10.0
5.0
0.0
-5.0
-10.0
value
0
5
10
15
20
25
30
35
40
site
x^t
x^f
y^o
x^a


t=050 [steps]
10.0
5.0
0.0
-5.0
-10.0
value
0
5
10
15
20
25
30
35
40
site
x^t
x^f
y^o
x^a


t=100 [steps]
10.0
5.0
0.0
-5.0
-10.0
value
0
5
10
15
20
25
30
35
40
site
x^t
x^f
y^o
x^a

まとめ

- データ同化は、理論、実験・観測、シミュレーション、データ解析に次ぐ科学の第5のパラダイムである。
- 様々な分野で応用されるため、データ同化は科学リテラシーの一部となる可能性がある。