

# 非線形時系列に対する モデル推定と選択のソフト

九州大学

マス・フォア・インダストリ研究所

秦 攀 西井 龍映

- 本ソフトは、時系列データを対象とし、統計モデルを推定と選択するものである。MATLAB を用いて作成し、時系列モデルの推定、評価および選択の三つの部分より構成する。
- 時系列解析、システム制御、信号処理などの領域に適用できる。現在、太陽風と地球磁場の相互関係に関する解析に応用されている。

# ソフトの機能

## モデルの定義

外部変数付き非線形自己回帰モデル

$$y(t) = \theta_0 + \sum_{k=1}^K \theta_k b_k(x(t)) + e(t)$$

- $\{y(t), u(t) | t = 1, \dots, N\}$  は時系列データ
- $x(t) = [y(t-1), \dots, y(t-l_y), u(t-1), \dots, u(t-l_u)]^T$
- $y(t)$  と  $u(t)$  は目的変数と外部説明変数
- $e(t) \sim N(0, \sigma^2)$  はノイズ
- $b_k(x(t))$  は  $x(t)$  に関する基底関数
- $\theta_k \in R$  は回帰係数

## モデルの推定

- 最尤法や重み付き最小二乗法などの推定法を用い、モデルを推定する

## モデルの評価

- AIC や BIC、GIC などの情報量を計算し、モデルを評価する

## モデルの選択

- 計算量を節約するために、増加法を用い、モデル候補から適切なモデルを選択する
- 開発者たちが提案したロバストモデル選択法を用い、モデル選択を行う (Qin, Nishii and Yang, 2012)

# Dst 指数のモデリングへの応用 (1/2)

## Dst 指数 (Disturbance Storm Time index)

磁気嵐の強さを示す指標である。磁気嵐が発電所や通信システムに損害を与えられるので、Dst 指数を予測するのは重要である。

### 外部変数付き自己回帰モデル

$$y(t) = \theta_0 + \sum_{i=1}^{K_y} \theta_i^{Dst} y(t-i) + \sum_{j=1}^{K_N} \theta_j^N N(t-j) + \sum_{k=1}^{K_V} \theta_k^V V(t-k) + \sum_{l=1}^{K_P} \theta_l^P P(t-l) + e(t)$$

□  $y(t)$  は Dst 指数

□  $\{N(t), V(t), P(t)\}$  は太陽風の粒子密度、速度と圧力



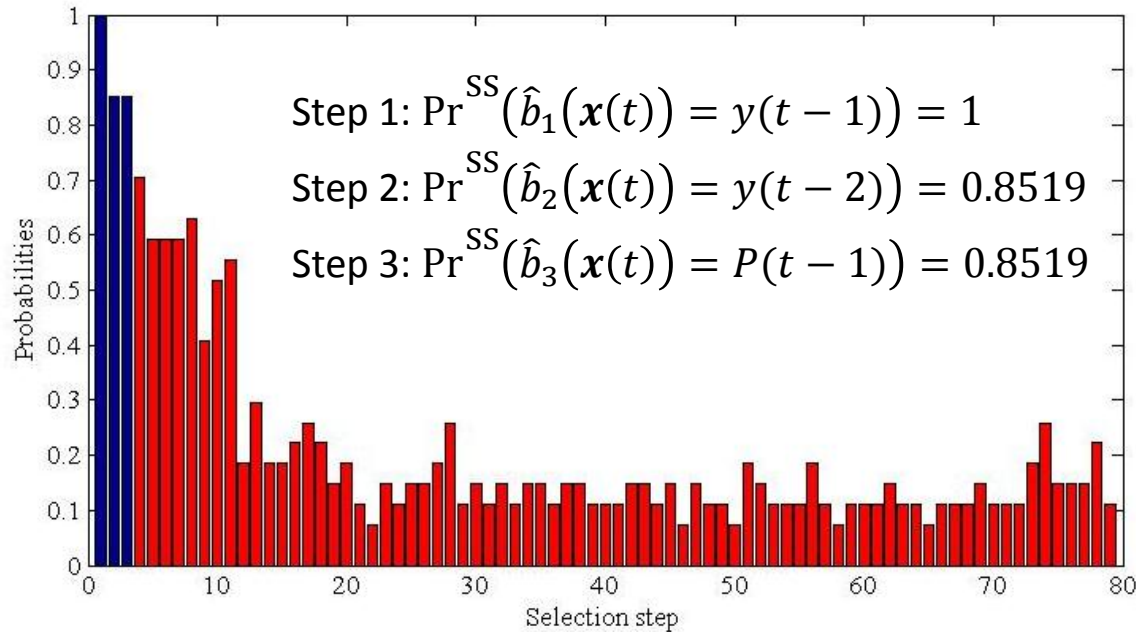
The Salem nuclear plant transformer was damaged at **March 13, 1989,**

**Superstorm, Dst = -589.**

[John Kappenman, Metatech Corporation](#)

# Dst 指数のモデリングへの応用 (2/2)

## ソフトの解析結果



増加法では、  
 Subsamplingにより近似  
 した各説明変数が選択  
 された確率

| モデル選択法       | モデルのサイズ | $R_{tr}^2$    | $R_{te}^2$    |
|--------------|---------|---------------|---------------|
| ロバスト選択法      | 4       | <b>0.9460</b> | <b>0.9486</b> |
| AIC に基づいた増加法 | 39      | 0.9534        | 0.9469        |
| BIC に基づいた選択法 | 22      | 0.9527        | 0.9478        |

- 非線形状態空間モデルなどのモデルに対応できるように多様化する。
- データの欠損の補足などの前処理機能を強化する。
- データおよび結果の可視化について改善する。
- グラフィカルユーザインタフェースを追加する。