

社会的ブームの微分方程式モデルに関する検討

2001MM057 野村 紗世
指導教員 伏見正則教授

1 はじめに

NHK 番組「冬のソナタ」の放送によって、日本では韓国ブームが巻き起こった。一度でいいからロケ地をみようと韓国への観光客が増加中である。日本では過去にも「たまごっちブーム」「ビックリマンブーム」など様々なブームが巻き起こりそして気付かないうちに去っていった。この一連の動きを数理的に説明できないか、と思ったのが本研究のテーマにしたきっかけである。そこで、本研究では中桐氏、栗田氏の論文における微分方程式モデルを用いてブームを考察していくことにする。

2 モデルの定式化と解析方法 [4]

本モデルについて簡単に説明する。パラメータ名、その意味は論文に従うものとする。

2.1 一般的なモデル

- 制約条件

$$b_1 \geq 0, \quad (1)$$

$$b_2 \geq 0, \quad (2)$$

$$b_2 + b_3 \geq 0. \quad (3)$$

- 微分方程式モデル

$$y_1'(t) = -b_1 y_1(t), \quad (4)$$

$$y_2'(t) = b_1 y_1(t) - (b_2 + b_3) y_2(t), \quad (5)$$

$$y_3'(t) = b_2 y_2(t), \quad (6)$$

$$y_4'(t) = b_3 y_2(t). \quad (7)$$

2.2 特殊型モデル

一般的なモデルにおいて $b_1 \rightarrow +\infty$ としたモデルとする。

2.3 初期条件

$t \geq T$ の変化を考える場合の初期条件は次のとおりとする。

$$y_1(T) = (1 - k)S, \quad (8)$$

$$y_2(T) = 0, \quad (9)$$

$$y_3(T) = 0, \quad (10)$$

$$y_4(T) = kS. \quad (11)$$

2.4 累積消費量

$$Y(t) = \int_0^t b\{y_2(t) + y_4(t)\} dt. \quad (12)$$

b : 消費頻度パラメータ [1/(人・時間)].

2.5 解析方法

ソルバーを使用して最小二乗法によってパラメータを推定する。実データとしては離散的な時刻における累積消費量 Y_i を用いて、モデルの累積消費量 $Y(t)$ との差の二乗和を最小化する。パラメータ推定値を用いてグラフを表し実データと比較、検討をする。

3 解析結果

今回、実際のデータの当てはめとして3つのデータについて解析した。

3.1 ボウリングブーム [5]

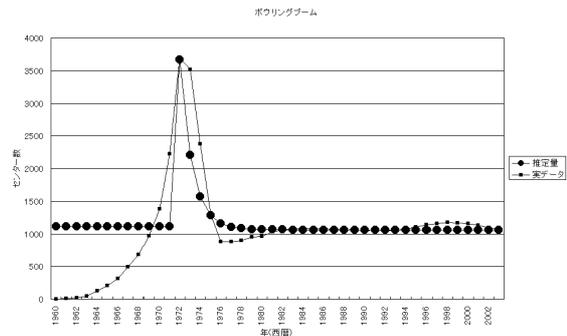


図 1: ボウリングブーム, $(b, k, b_1, b_2, b_3, S, T) = (1, 0.159, +\infty, 0.829, -0.007, 7000, 1971 \text{ 年})$

- 考察

図 1 をみると、全体的には当てはまりは悪くない。しかし、ブーム前、ブーム開始からブームピークまでの緩やかなカーブを表現しきれていない。そこでこれらを改善できるモデルの提案をする。なお、ボウリングブームでは一般的なモデルの当てはめの解析も行った。

3.2 ボウリングブームのモデルの提案 [1][5]

今回提案するモデルは、以下の2点が大きく違う。

- 実データから定着状態を抜いたデータを用いる。
- ブーム状態はブームによってできたボウリングセンターに影響される（接触する）ことで新たなセンターができると考える。

- 顧客の状態

時刻 t のおける状態 1,2,3 に属するセンター数を順に $y_1(t), y_2(t), y_3(t)$ としたとき,

$$y_1(t) + y_2(t) + y_3(t) = N(\text{定数}). \quad (13)$$

- 制約条件

$$c_1 \geq 0, \quad (14)$$

$$c_2 \geq 0. \quad (15)$$

- 微分方程式モデル

$$y_1'(t) = -c_1 y_2(t) y_1(t), \quad (16)$$

$$y_2'(t) = c_1 y_1(t) y_2(t) - c_2 y_2(t), \quad (17)$$

$$y_3'(t) = c_2 y_2(t). \quad (18)$$

- 各パラメータとその意味

- c_1 : ブームに乗る速度,
- c_2 : ブームからさめる速度.

上記モデルでは解析解を得ることはできないが、ルンゲ・クッタ法を用いると数値的に解くことも可能である.

3.3 Jリーグブーム [2]

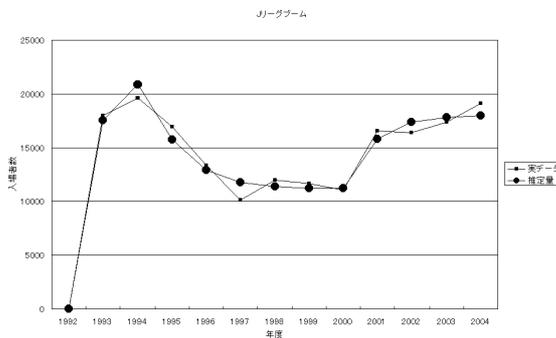


図 2: Jリーグブーム

- 考察

今回,Jリーグブームは 1993 年から 2000 年 (開幕ブーム),2001 年から 2004 年 (ワールドカップブーム) の二つのブームから成り立つと仮定して解析を行った. 第 2 ブームのブーム前の顧客数を第 1 ブームのブーム状態と定着状態を足した顧客数と仮定して行ったが, 第 2 ブームのデータの増加をうまく説明できていない. しかし, 本モデルが指数関数を用いたモデルであるため第 2 ブームのような増加を表現することは困難である. 第 1 ブームと第 2 ブームの関連性について改善する必要がある.

3.4 冬のソナタブーム [3]

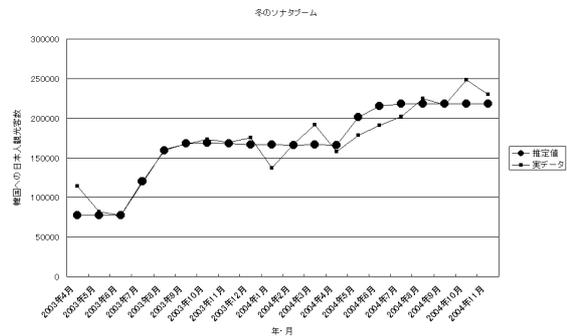


図 3: 冬のソナタブーム

- 考察

今回, 冬のソナタブームは 2003 年 4 月から 2004 年 4 月 (A ブーム),2004 年 3 月から現在 (B ブーム) の二つのブームから成り立つと仮定して解析を行った. また, 第 1 ブームの定着状態の顧客数を第 2 ブームのブーム前の顧客数と考えた. 第 2 ブームの当てはまりの改善として用いるデータにおいて 3 ヶ月ごとの移動平均法を用いると改善できる可能性もあると考える.

4 おわりに

本研究を省みると, 本モデルの限界, ルンゲ・クッタ法による解法, 第 1 ブームと第 2 ブームの関連性, 用いるデータがブームと呼べるか, など課題が残っている. 今後の課題としていきたい.

5 謝辞

本研究にあたり, 多大な助言や指導をいただきました伏見正則教授, 大学院の先輩方に深く感謝します.

参考文献

- [1] デヴィッド・パージェス, モラグ・ボリー: 微分方程式で数学モデルを作ろう, 日本評論社,1990.
- [2] Jリーグオフィシャルサイト, <http://www.j-league.or.jp/> (2004 年 11 月にアクセス).
- [3] 韓国観光公社, http://www.knto.or.kr/eng/07_statistics/07_01.htm(2005 年 1 月にアクセス).
- [4] 中桐裕子, 栗田治: 社会的なブームの微分方程式モデル, TORSJ,47,pp.83-105, 日本 OR 学会,2004.
- [5] 年別全国センター数・レーン数の推移, (社)日本ボウリング場協会.