

屋外イベント入場者数の動向に及ぼす複合要素の分析

法政大学 正会員 北川徹哉

1. はじめに 屋外で開催されるイベントの活況度は気象や日程などの様々な要素の影響を受ける。これまで筆者は花博を対象として、日最大風速、日平均気温、天気、平日・土日祝日の別、開催期間終盤の駆込期間の計5点の要素が入場者数の日変動に及ぼす影響を検討してきた¹⁾。そこでは、たとえば日最大風速が上昇すると入場者数が減少する傾向はみられたが、両者は一対一の関係ではなく、風速以外の要素も複合的に関与していると思われた。本論では、上記5点の要素の組み合わせからなる複合要素が淡路花博の入場者数の変動に及ぼす影響を調べる。

2. 分析方法 開催初日からの日数を d とし、日最大風速、日平均気温、天気(“雨”から“晴”までを5段階に分類)、平日・土日祝日の別、開催期間終盤の駆込程度をそれぞれ $v_1(d) \sim v_5(d)$ のインデックスで表す。各 $v_i(d)$ は0~1の値を取り、1に近いほどレジャーへの環境・マインドとして好条件である。紙面の都合上、各インデックスの詳細は省略するが、たとえば観測された日最大風速 $U(d)$ ($U(d) \leq U_s$; 本論では $U_s = 15$ m/sとした)を $v_1(d) = 1 - U(d)/U_s$ のように標準化しており、 $v_1(d)$ が1に近いほど風が弱い。あるいは、平日・土日祝日を表す $v_4(d)$ については、平日が0、土日祝日が1の二値としている。次に、記録された日々の入場者数 $Y(d)$ をその最多数 Y_{max} で除し、これを無次元入場者数 $y(d)$ とする。いま、 $y(d)$ を目的関数、 $v_i(d)$ を説明変数、 a_i を偏回帰係数とする重回帰モデルを考えると、 $y(d)$ の値は図1(a)の5つの長方形の面積の和となる。

ここで、図1(a)中の V_i は $i = 1 \sim 5$ について順に日最大風速、日平均気温、天気、平日・土日祝日の別、駆込程度の各集合を表す。偏回帰係数は対応する説明変数がその他の説明変数と連動しないことを前提として算出されるが、その前提は必ずしも正しくはなく、偏回帰係数の値が不安定になることもある。それゆえ本論の課題である複数の要素の影響を、重回帰モデルにおける偏回帰係数×説明変数の線形和で説明できるとは限らない。

本研究においては、柳原²⁾が行ったファジィ測度(例えば文献3))とショケ積分(例えば文献4))による検討を参考にする。まず、図1(a)を図1(b)のように $v_i(d)$ が小さい順に並べ、順序が変わった V_i および $v_i(d)$ を改めて順に X_j および $x_j(d)$ と置きなおす。さらに、図1(c)のように、目的関数 $y(d)$ を差分 $h_j(d) = x_j(d) - x_{j-1}(d)$ と測度 g_j との積(図1(c)中の各長方形の面積)の総和とするのがショケ積分である。また、和集合 $H_j = X_j \cup X_{j+1} \cup \dots \cup X_n$ に対応する測度 g_j がファジィ測度であり、 $g_{j+1} \leq g_j$ となっている。ここで n は V_i の種類である。しかしながら、図1(c)においては5つの H_j が示されているが、 $v_i(d)$ ならびにその並べかえ後の順序(図1(b))は d ごとに異なり、 H_j のバリエーションは V_i の組み合わせの数だけ存在する。したがって、 H_j は $2^n - 1$ 種類あり、本論においては $n = 5$ より、表1に示す31種類である。 $H_{27} \sim H_{31}$ は各要素が単独であるのに対し、たとえば H_8 は日最大風速、日平均気温、平日・土日祝の別が組み合わさった複合要素を表す。また、 H_j に対応するファジィ測度 g_j もやはり31個となる。以上をまとめると、ファジィ測度・ショケ積分によるモデルは

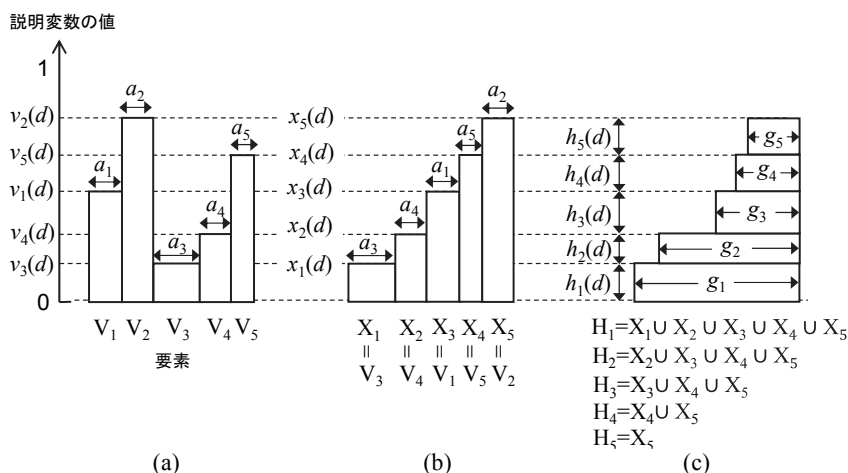


図1 ファジィ測度・ショケ積分の概要 (文献2)の一部改)

(a) 重回帰モデル (b) (a)の並び替え (c) ファジィ測度・ショケ積分モデル

および $x_j(d)$ と置きなおす。さらに、図1(c)のように、目的関数 $y(d)$ を差分 $h_j(d) = x_j(d) - x_{j-1}(d)$ と測度 g_j との積(図1(c)中の各長方形の面積)の総和とするのがショケ積分である。また、和集合 $H_j = X_j \cup X_{j+1} \cup \dots \cup X_n$ に対応する測度 g_j がファジィ測度であり、 $g_{j+1} \leq g_j$ となっている。ここで n は V_i の種類である。しかしながら、図1(c)においては5つの H_j が示されているが、 $v_i(d)$ ならびにその並べかえ後の順序(図1(b))は d ごとに異なり、 H_j のバリエーションは V_i の組み合わせの数だけ存在する。したがって、 H_j は $2^n - 1$ 種類あり、本論においては $n = 5$ より、表1に示す31種類である。 $H_{27} \sim H_{31}$ は各要素が単独であるのに対し、たとえば H_8 は日最大風速、日平均気温、平日・土日祝の別が組み合わさった複合要素を表す。また、 H_j に対応するファジィ測度 g_j もやはり31個となる。以上をまとめると、ファジィ測度・ショケ積分によるモデルは

屋外イベント、気象、ショケ積分、入場者数、ファジィ測度

〒102-8160 東京都千代田区富士見 2-17-1 電話：03-3264-4921 FAX：03-3264-9663

$$y(d) = y_0 + \sum_{j=1}^k g_j \cdot h_j(d) + \delta(d) \quad (1)$$

と表される．ここで $k = 2^n - 1$ であり， $\delta(d)$ は誤差である． g_j と定数項 y_0 については

$$\Delta = \sum_{d=1}^{de} \delta(d)^2 = \sum_{d=1}^{de} \left(y(d) - y_0 - \sum_{j=1}^k g_j \cdot h_j(d) \right)^2 \quad (2)$$

の二乗誤差が最小になるように求める (de : 開催初日から最終日までの日数)．ただ

し制約条件として， $g_1 = 1$ および $g_{27} \sim g_{31} \geq 0$ ，さらに図 1(c)に見られたように $H_r \subset H_q$ のとき $g_r \leq g_q$ を課す．

3. 分析結果 図 2(a)に淡路花博の無次元入場者数 $y(d)$ と日最大風速インデックス $v_1(d)$ を，図 2(b)に $y(d)$ と日平均気温インデックス $v_2(d)$ を，さらに図 2(c)に $y(d)$ と天気インデックス $v_3(d)$ を示す． $y(d)$ については白丸が平日，黒丸が土日祝日のときを表し，それぞれ $v_4(d) = 0, 1$ に対応する．

図 2(a)を見ると，入場者数と風との関係は不明瞭であり，図 2(c)の天気との関係も同様に不明瞭である．一方，図 2(b)を長期的なスパンで観察すると，入場者数の変動は平均気温インデックスと同期しているように見える．

式(2)の最小化により，ファジィ測度 g_j を求めた．その結果を図 3 に示す．まず，単一要

素と比較すると日平均気温 (T) が最も入場者数に寄与しており，これは上記の図 2(b)の観察に整合する．それに次いで日最大風速 (W) が天気 (M) と同程度で寄与している．平日・土日祝日の別 (D) と駆込 (R) の寄与は非常に弱いとの結果となったが，前者については，図 2(c)から読み取れるように土日祝日と晴天が重なる ($v_4(d)$ も $v_3(d)$ も 1 となる) 日も多く，この場合は両インデックスの差がゼロとなり (図 1(c)では $h_5(d)$ がゼロとなることに相当)，寄与がないとみなされるためであろう．後者は駆込が会期の終盤のみ (本論では 1 ヶ月間と設定) であることによると思われる．しかしながら，W と D が組み合わせさった WD の寄与は TD のそれよりも大きい．3 要素が組み合わせさった場合，WDR の影響は TDR あるいは TMD や TMR などより大きい．さらに，4 要素が組み合わせさると，WMDR と TMDR とが等しく最大である．すなわち，風は単独では入場者数への影響は気温よりも低い，他の要素との組み合わせによっては気温と同等あるいはそれ以上の影響度を持つと解釈される．

参考文献 1) 北川徹哉：気象要素と日程要素を用いた屋外イベントの来場者数の表現と収益の推算，第 24 回風工学シンポジウム論文集，pp. 49-54, 2016. 2) 柳原一夫：ファジィ測度による多変量解析とその気象への応用，天気，Vol.38, No.6, pp. 381-388, 1991. 3) 寺野寿郎，浅居喜代治，菅野道夫：ファジィシステム入門，オーム社，1987. 4) 室伏俊明：シヨク積分 (Choquet Integral)，日本ファジィ学会誌，Vol.8, No.6, p.75, 1996.

表 1 H_j のパターン

(W: V_1 (日最大風速), T: V_2 (日平均気温), M: V_3 (天気), D: V_4 (平日・土日祝日), R: V_5 (駆込程度))

j	H_j	j	H_j	j	H_j
1	WTMDR	12	WDR	23	TR
2	WTMD	13	TMD	24	MD
3	WTMR	14	TMR	25	MR
4	WTDR	15	TDR	26	DR
5	WMDR	16	MDR	27	W
6	TMDR	17	WT	28	T
7	WTM	18	WM	29	M
8	WTD	19	WD	30	D
9	WTR	20	WR	31	R
10	WMD	21	TM		
11	WMR	22	TD		

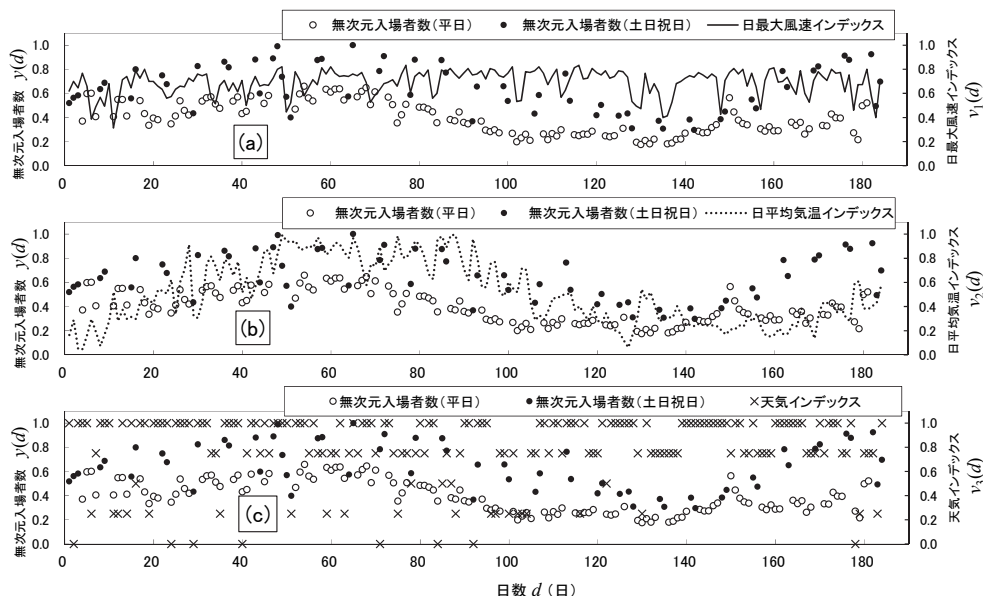


図 2 入場者数とインデックスの例 ((a)日最大風速, (b)日平均気温, (c)天気)

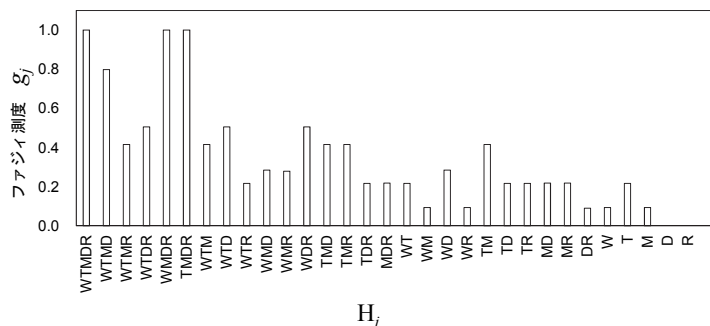


図 3 ファジィ測度 (j と W, T, M, D, R の対応は表 1 のとおり)