

第IV部門

モバイル位置情報データを用いた群集状態時の歩行者交通流に関する研究

大阪市立大学工学部 学生員 西村 直峻

大阪市立大学院工学研究科 正会員 吉田 長裕

1. 研究背景と目的

近年、スポーツやコンサートなど時間的集中性のあるイベント数の増加や自然災害時の交通機能の麻痺等により、群集発生件数が増加している。また国内外に関わらず、サッカーW杯2018祝杯時でのパリ凱旋門の性的暴行事件、2018年渋谷ハロウィンの軽トラ事件など群集下での暴徒化や痴漢等の犯罪が起きている。

一方、情報通信技術の高度化により、海外では歩行者のシミュレーションやビッグデータを用いた群集状態の分析等が取り組まれている。国内ではシミュレーションによる群集行動予測¹⁾やGPSを用いた観光行動特性の分析等があるが、歩行空間における群集行動の観測や災害発生時の群集制御・対応に関する知見は未だ乏しい。

そこで、本研究では、心理的状态を除く、群集の進む方向性・歩行速度・密度・空間条件、に対象要素を絞り、スマートフォンから得られるモバイル位置情報データを用いて、イベント時の群集状態時の歩行者交通流に関する基礎的知見を得ることを目的とする。

2. 分析方法

(1) 対象イベント

渋谷ハロウィン、神戸ルミナリエを対象イベントとする。特性の異なるイベント(表-1)を観測・分析することで群集行動の特徴および歩行者交通流の制御方法による違いを把握する。

(2) 分析手法・分析フロー

現地調査とモバイル位置情報データから、速度と密度を比較する。とくに、高密度で速度が低下している状態を群集とすることで、イベント毎で異なる歩行者交通流の特徴や高密度下での群集状態を把握する(図-1)。

(3) 現地調査の概要

イベント当日の人流の歩行速度を把握するために追跡調査を行った。追跡調査では設定したコース上の歩行者を逐次尾行し、各経路の速度を1時間おきに渋谷ハロウィンは5回、神戸ルミナリエは2回の計測を行った。

表-1 対象イベントの特性

イベント	渋谷ハロウィン	神戸ルミナリエ
対象地	渋谷スクランブル交差点 ～センター街周辺	元町～東遊園地付近
対象地面積	約0.12km ²	約0.5km ²
取得モバイルデータ数	12889個	39,445個
参加者数【1日当たり】	主催者おらず不明 (推定10万～100万人)	約542,000人
空間条件	街路・交差点	街路・広場
群集の移動方向	誘導なし、ただしセンター街のみ混雑時1方向	誘導により1方向

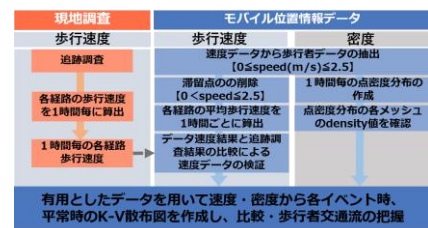


図-1 分析のフロー



図-2 渋谷ハロウィン 経路図(左)

図-3 神戸ルミナリエ 経路図(右)

(4) モバイル位置情報データ

使用したモバイル位置情報データは、特定のアプリをインストールしたスマートフォンのGPSから収集した位置情報を年齢・性別を秘匿化し、ポイントデータとしてAgoop(株)が提供しているものである。情報としては緯度経度・移動方向・速度などがある。

(4)-1 データの各リンク経路の平均通過速度分析

各イベントに対して歩行者経路を設定し、イベント時のモバイル位置情報データを人流解析ソフト'Mobmap'を用いて各リンク1時間毎の平均通過速度を分析した。

(4)-2 密度と速度関係のイベント前後の比較

1時間単位で観測されたモバイル位置情報データを用いて、対象地を10mメッシュに区画して点密度と速度を1時間毎に集計し、イベント前後で比較した。

3. 現地調査と速度データの比較検証結果

各イベント期間中に各経路を通過した速度(0<speed≤2.5)から歩行者と判断したモバイルデータと追跡調査の結果を比較したところ(図-2)、渋谷ハロウィンでは

経路 D を除いてほぼ同様の平均となったが、神戸ルミナリエでは、データよりも追跡調査結果の方が速度の平均値が全経路で高く、さらに渋谷ハロウィンよりも神戸ルミナリエの平均速度は高いことがわかった。これは神戸ルミナリエの全経路が一方向流であること、誘導経路上の空間のゆとり、参加者の年齢層等の影響と考える。

次に、ばらつきの区間比較を表-2、表-3 を用いて行う。渋谷ハロウィンでは表-2 において経路 A の値が小さい。これは経路 A のみ一方通行に群集の動きが統一されていたためと考えられる。また、経路 F の 19 時台以降の標準偏差の大幅な減少については経路 A(E)を一方通行にした事により、経路 F のスタート付近において経路 A を逆流しようとする参加者と経路 A を誘導通り歩いてきた人との滞留が発生した。その結果として群集の動きが一定になった影響が数値として表れていると考察する。

神戸ルミナリエでは表-3 において経路 JK・KL の値が 0.4 以下と低い要因はイベント目的地付近で最も高密度で群集の動きが一定であった影響であると考察する。

表-2、表-3 の結果から誘導経路を定め、神戸ルミナリエのように群集の動きが統一されて状況下でもデータ上ではばらつきが大きいということが分かった。

4. イベント毎の歩行者交通流分析・K-V 散布図の比較

イベント別に平常時のデータ、対象イベント時のデータを K-V 散布図で比較した。神戸では図-7 における $K>3.0$ の点は図-7 の最も密度の高いシンボル、ルミナリエ会場内の人々である。図-5 において $K \leq 0.5$ かつ $V \leq 0.5$ の点を抽出した結果が図-7 である。図-5 の大半の点が誘導経路上にないため、これらの点是不参加者のものが大半、K-V 直線上の点は大半が誘導経路上の、イベント参加者の点と考える。よって警備によりイベント参加者と不参加者を厳重に分割している事が K-V 散布図上で捉える事ができた。

渋谷では $K \leq 1.5$ かつ $V \leq 0.5$ の点を抽出した結果、上記の点が高密度エリア以外の全域にまばらに分布していた(図-8)。散布図の $0 \leq K \leq 0.5$ かつ $0.5 \leq V \leq 2.5$ の点が少ないことから散布図上で平常時であれば、密集する左上周辺の点が $0.5 \leq K \leq 1.5$ かつ $V \leq 0.5$ 付近に流れている。よって渋谷ハロウィンでは低密度下でも低速度で歩く人が大半を占め、 $V=0.5$ において $0.5 \leq K \leq 1.0$ 付近により分布が多いことから、ある程度の人だかりのある場所に人が集まる傾向にある事が分かった。

5. 結論

群集の動きが統一されている場合においても、速度データにばらつきがあるため、現状の精度の限界を感じた。また K-V 散布図を作成することでイベント時の歩行者交通流を大まかな把握が可能であることが確認された。今後は K-V 以外にも K-Q、Q-V 等の関係性を表すことでイベント時・災害発生時における歩行者交通流のさらなる把握、制御方法に関する新たな知見を得たいと考える。

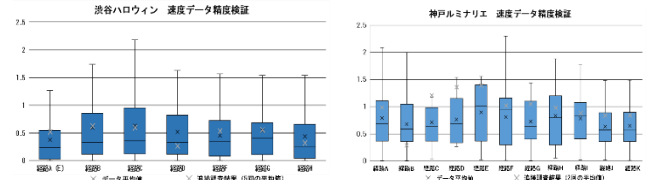


図-4 各イベント時のリンク経路毎の速度検証結果

表-2 渋谷ハロウィン 時間・経路別速度データ標準偏差

標準偏差	経路A (E)	経路B	経路C	経路D	経路F	経路G	経路H
17時台	0.476	0.819	0.697	0.462	1.105	0.793	0.808
18時台	0.428	1.098	0.585	0.592	0.702	0.577	0.486
19時台	0.363	0.443	0.550	0.528	0.183	0.565	0.454
20時台	0.422	0.473	0.594	0.531	0.059	0.588	0.340
21時台	0.269	0.136	0.729	0.684	0.059	0.494	0.637
22時台	0.500	0.938	0.737	0.416	0.006	0.552	0.458
23時台	0.329	0.479	0.372	0.215	0.331	0.496	0.405
標準偏差平均	0.398	0.627	0.609	0.490	0.350	0.581	0.512

表-3 神戸ルミナリエ 時間・経路別速度データ標準偏差

	経路AB	経路BC	経路CD	経路DE	経路EF	経路FG	経路GH	経路HI	経路IJ	経路JK	経路KL
18時台	0.554	0.377	0.454	0.773	0.601	0.471	0.331	0.332	0.354	0.462	0.325
19時台	0.472	0.334	0.404	0.447	0.469	0.588	0.426	0.545	0.387	0.299	0.282
20時台	0.478	0.512	0.458			0.469	0.428	0.458	0.557	0.439	0.479
21時台	0.557	0.454	0.679			0.371	0.211	0.412	0.465	0.432	0.367
標準偏差平均	0.515	0.419	0.498	0.610	0.535	0.475	0.349	0.437	0.441	0.400	0.367

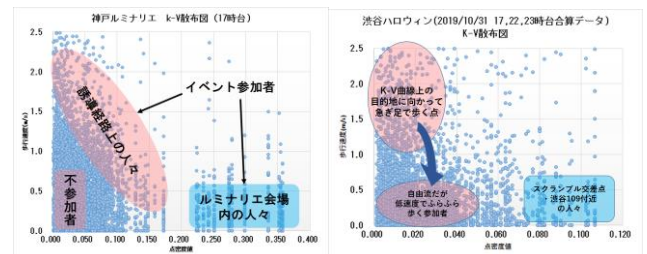


図-5 神戸ルミナリエ K-V 散布図 (左)

図-6 渋谷ハロウィン K-V 散布図 ($K \leq 3$) (右)

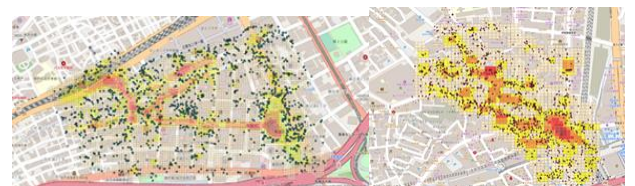


図-7 神戸ルミナリエ $K \leq 0.5$ かつ $V \leq 0.5$ の点抽出

図-8 渋谷ハロウィン $K \leq 1.5$ かつ $V \leq 0.5$ の点抽出

<参考文献>

- 1) 佐藤貴大・円山琢也：カーネル密度推定法を応用したスマホ型回遊調査データの時空間分析, 都市計画論文集, Vol.51, 2016
- 2) 貝辻正利・北後明彦：雑踏事故に至る高密度群集滞留下での群集波動現象に関する研究, 一大規模イベント事例分析を通じて, 地域安全学会論文集, No.17, 2012.7