

屋外オープンスペースにおける積雪寒冷移行期の利用行動 - 札幌市北3条広場を事例として -

戒能 陽香

1. 研究背景と目的

現在まちなかに賑わいを創出することが多くの都市に共通して求められており、都市空間の再編を通して人中心の「居心地が良く歩きたくなるまちなか」の創出に取り組む必要がある。¹ また都心再開発では機能の複合化による建物の高層高密度化と、快適な屋外環境やアメニティを向上させる屋外オープンスペース（以下 OS）が求められている。しかし積雪寒冷都市では厳寒で積雪のある気候条件により、1年のうち利用されない時期が長く、冬季に豊かなアクティビティを誘発する屋外 OS のデザインが必要となる。そのためには行動調査を行わなければならない。² 行動調査は人の手により行われており、多くの労力と時間が必要とされていた。しかし近年では、機械学習の技術の発展に伴い、これを応用した物体検出や物体追従、行動分析を行おうとする研究がみられる。

よって本研究では、積雪寒冷都市の屋外 OS において、気温が大きく低下する秋季から冬季にかけての利用行動の変化を把握及び機械学習による行動認識を目指す。

2. 研究の方法

2-1. 調査概要

本研究では、積雪寒冷都市の中で特に人口が多く積雪量が多い、札幌市都心の北3条広場を対象とした。

北3条広場にカメラを計10台設置し（図1）、撮影した動画データによる人流解析・行動分類を行った。動画撮影は、2023年のうち、気温が移り変わる10月後半から12月後半において全17日行った。^{注1} 撮影日にはキッチンカーの出店日やイルミネーションの実施など、イベントが行われていた日程も含まれる。^{注2} なお、撮影時間については10:00から19:30とした。

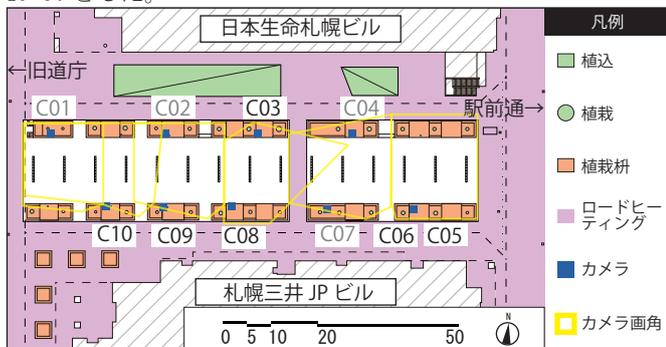


図1 調査対象地区概要

撮影日	曜日	最高気温	最低気温	気温(12時)	天気(12時)	イルミネーション	積雪	イベント等
10月25日	水	19.6	13.3	19.4	晴	×	×	キッチンカー出店
10月31日	火	16.8	11.2			×	×	ハロウィーン
11月4日	土	10.6	5.2	10.1	晴	×	×	
11月16日	木	11.7	5.5			×	×	
11月19日	日	12.2	8.2	11.8	雨のち晴	×	×	
11月22日	水	13.8	8	13.3	晴	○	×	イルミネーション初日
11月23日	木・祝	17.2	12.3			○	×	
11月24日	金	5.8	-0.1			○	○	初積雪
11月30日	木	-3.2	-5.1			○	○	
12月2日	土	2.7	-0.1	2	くもり	○	×	
12月6日	水	10	5.1	8.1	くもり	○	×	
12月9日	土	11.1	7.2			○	×	
12月13日	水	0.2	-3.7	-0.5	くもり	○	○	
12月16日	土	0.6	-2	-0.8	雪	○	○	
12月20日	水	-1.3	-5.7			○	○	
12月23日	土	-3.7	-6			○	○	
12月27日	水	-0.8	-3			○	○	

2-2. 分析方法

2-2-1. 機械学習による解析

5度以上を温暖期、5度以下を寒冷期とし、雪がみられる寒冷期については積雪寒冷期とした。以上の期分けをもとに調査データのうち8日分を分析対象として選定した。

人流解析では撮影した動画データのうち、最も多い利用者が想定される12:00から13:00を分析対象とし、カメラC03,C05,C06,C08,C09,C10のデータで分析を行った。^{注3}

利用行動の基礎的なデータとして、機械学習を用いて広場利用者の人数計測を行った。物体検出には Yolo v8 を用いた。対象カメラの撮影データにおいて10分ごとの広場滞在者の数値をカウントした。

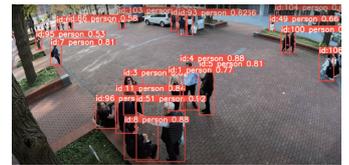


図2 分析画面

2-2-2. 目視による行動種別抽出

撮影開始日の10月25日から積雪が見られる11月30日までの9日間におけるC02の動画データを2時間ごとに最初の15分間を観察し、北3条広場での利用者の行動種別データを抽出した^{注4}。抽出された行動種別を調査日の気温に準じて並べ、気温による行動種別の変化を分析した。また、一日における時間帯ごとの行動種別について、行動種別データを調査日のおりに並べ替え、時間帯と行動種別の変化の関係性を分析した。

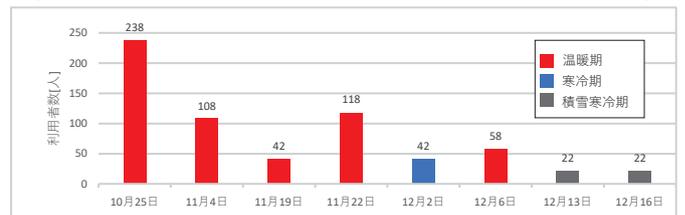


図3 C02カメラ画角

3. 調査結果と分析

3-1. 調査日ごとの広場利用者数

調査対象日の気象条件と、機械学習によりカウントした広場滞在者の人数を以下に示す（図4）。調査対象日における気象データとして、気温については気象庁のデータより12:00-13:00の10分間隔のデータを用いてその平均を計算した。天候は気象庁のデータ³より12時のデータを参照した。



3-2. 気温の低下と滞在者数の関係

気温の低下と広場の滞在者数には相関関係がみられた（図5）。既往論文⁴による気温が20℃より低くなると利用行動が減少するという記載と同じ傾向がみられる。

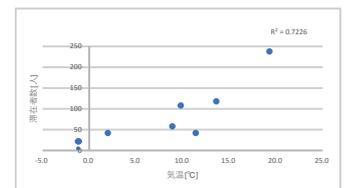


図5 気温と利用者数の関係

A study of human behavior on the downtown open spaces in Winter Cities
-A case study of Kita 3 jo square in Downtown Sapporo-

KAINO Haruka

3-2. 広場内の利用行動

3-2-1. 気温の低下に伴う利用行動の変化

北3条広場における行動種別を歩行・起立・着座・寝転ぶ・しゃがむの5つの姿勢ごとに分類し、その中で気温の変化に影響を受ける行動と受けない行動を分類した。(表2)その後行動種別データを調査日の気温順に並べ替え、気温の低下に伴う行動種別の変化を図示した(表3)。気温の低下と広場内の利用行動の関係について以下の4点を明らかにした。①歩行・起立状態での行動種別は広場の環境変化・またイベント開催に影響を受ける。②着座状態と寝転んだ状態でみられる行動種別は、気温がさがると観測される行動種別が減る。③着座状態と寝転んだ状態でみられる行動種別に関して、長時間の滞在と関連するものは約15℃を下回ると観測されなくなる。④しゃがんだ状態でみられる行動種別は広場の落下物によって引き起こされることがあり、気温との関係は見られない。⑤すべての姿勢において、積雪により新しい行動種別が発生する。

3-2-2. 日没後の利用行動の変化

抽出した利用行動のうち、日没後にみられたものを以下に整理した(図6)。日没後の行動種別について以下の3点を明らかにした。①イルミネーションの実施により行動種別が増加する。②日没後は紅葉、落ち葉などの広場の環境変化による行動は減少する。③日没後においても積雪によるアクティビティは発生する。

4. 結果

以上の分析から寒冷移行期における広場の利用行動について

て、以下の5点を明らかにした。①気温の低下と広場利用者数は相関関係がある。②季節による広場の環境変化(紅葉・積雪)は広場の利用行動種別に影響を与える。③イベント開催は広場の利用行動種別に影響を与える。④起立状態の利用行動種別は最も種類が多い。⑤着座・寝転ぶ状態の利用行動種別は気温の低下の影響を最も受ける。⑥着座・寝転んだ状態の利用行動種別に関して、長時間の滞在に係る行動種別は約15度以下では発生しなくなる。⑦しゃがんだ状態での利用行動種別は広場の落下物(落ち葉・積雪)に影響を受ける。⑧すべての姿勢において、積雪により新しいアクティビティが発生する。⑨日没後の行動種別はイルミネーションの実施において増加する。

広場の質の調査には広場内の利用行動について把握することが必要である。今後の方針として、本調査で明らかにした行動種別のデータベース化を行い、AIを用いた行動分析の実用化を目指す。

注釈

- 注1)C04の撮影データは、カメラの不具合により11月19日以降破損したものが多く。
- 注2)11/16はテスト点灯のため、イルミネーション開始日以前だが点灯されていた。
- 注3)10/25については、キッチンカーの影が入らないようC03の代わりにC07の映像を分析対象とした。
- 注4)11/30の行動種別抽出については、撮影不備のためC03の映像を対象とした。

参考文献

- 1)国土交通省都市局:「居心地が良く歩きたくなる」まちなかづくり〜ウォークアブルな街中の形成〜」http://www.milt.go.jp/toshi_machi_tk_000072.html。(最終閲覧2024/1/22)
- 2)出口敦 ほか、「ストリートデザイン・マネジメント」
- 3)気象庁HP「過去の気象データ」
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> (最終閲覧2024/1/22)
- 4)佐々木嵩 ほか、「積雪寒冷都市の屋外オープンスペースにおける冬季利用行動とデザインガイドラインの提案」

表2 着座・寝転ぶ状態以外の行動種別一覧

起立	常時	会話
		歩きスマホ
		電話
		スーツケースをもつ
		ベビーカーを押す
		追いかけっこ
		犬の散歩
		席の移動
		デッキの上を歩く
		食べ歩き
紅葉	落ち葉の上を歩く	
	銀杏をけりながら歩く	
イルミネーション	スキップする	
歩行	常時	会話
		写真撮影
		スマホを見る
		飲み物を飲む
		読書
	キッチンカー	スマホを置いて写真撮影
		ダンスを踊る
		デッキの上に乗る
		キッチンカーの列に並び
		看板を見る
しゃがむ	常時	鳥を見る
		鳥に餌付け
		落ち葉を拾う
		落ち葉を見る
		銀杏を拾う
	雪	イルミネーションみる
		ジャンプする
		音楽に合わせて踊る
		雪を足でかき分ける
		雪を拾う・投げる
自転車	積もった雪に文字をかく	
	雪に手形をつける	
	雪だるまをつくる	
	おんぶする	
	写真撮影	
その他	雪をつかむ	
	自転車を押して歩く	
	自転車と人が並走	
	自転車を停める	
	ウイリー	
ウエディングフォト		
仮装		
スケートボード		

表3 着座・寝転ぶ状態の行動種別と気温の関係

利用行動	日時	10/25	11/23	10/31	11/22	11/19	11/16	11/4	11/24	11/30
	最高気温	19.6	17.2	16.8	13.8	12.2	11.7	10.6	5.8	-3.2
	最低気温	13.3	12.3	11.2	8	8.2	5.5	5.2	-0.1	-5.1
着座	食事	○	○	○	○	○	○			
	身だしなみを整える	○	○	○	○	○	○	○	○	
	スマートフォンを見る	○	○	○	○	○	○	○	○	
	電話	○	○	○	○	○	○			
	布を敷いて座る	○		○						
	景色を見る	○	○		○	○	○	○		
	座りながら寝る	○	○	○						
	あぐらをかいて座る	○	○	○						
	タバコを吸う	○		○	○					
	広場に座り込む								○	○
寝転ぶ	デッキに寝転ぶ	○	○	○						
	スマホを見る	○	○	○						
	雪の上に寝転ぶ								○	○

■ 積雪に関するアクティビティ



図6 日没後の行動種別(抜粋)