

# 積雪寒冷都市における冬期の都心オープンスペースの利用行動とデザインガイドライン

## 積雪寒冷都市における都市デザイン その16

風雪シミュレーション 積雪寒冷都市 冬期利用実態調査  
都市デザインガイドライン 都心オープンスペース 札幌都心部

正会員 ○岩国 大貴 \*  
同 瀬戸口 剛 \*\*\*  
同 佐藤 勇人 \*\*\*\*  
同 堤 拓哉 \*\*\*\*\*

### 1. 研究の背景と目的

近年の都心再開発では、機能の複合化による高層高密度建築物の建設と同時に、快適な屋外環境の形成やアメニティの向上を目的に都心オープンスペース（以下、OS）が計画される。積雪寒冷都市の都心OSは、夏期には冷涼な気候により多く利用されるが、冬期の積雪や寒冷な厳しい屋外環境により利用されにくいいため、冬期においてOSの利用促進が求められる。利用の減少を抑制することが必要となるので、冬期の利用行動<sup>①</sup>と屋外環境、空間構成の関係性を明らかにする必要がある。

以上より、本論では積雪寒冷都市における冬期の都心オープンスペースの利用行動と屋外環境、空間構成の関係を明らかにし、それらを考慮したデザインガイドラインの提案を目的とする。

### 2. 研究の方法 (図1)

本論では、まず積雪寒冷都市である札幌都心部を対象に、OSの空間構成を分析し、OSの空間タイプに基づき、調査対象のOSを9つ選定する(3章)。調査対象で風雪シミュレーションと実測調査を行い、建築形態による積雪傾向(4章)、積雪寒冷期の屋外環境と利用行動との関係性(5章)、詳細な積雪状況と利用行動との関係性(6章)を、分析する。以上の結果から、積雪寒冷期の都心OSにおける利用行動を考慮したデザインガイドラインを考察する。

第3章 調査対象エリア選定	札幌都心部の空間分析と対象OSの決定 空間タイプごとに対象OSを決定	空間構成
第4章 シミュレーション 実測調査①	シミュレーションと実際の建築による積雪傾向の比較 シミュレーションの実空間での積雪傾向の再現性	空間構成⇔屋外環境
第5章 実測調査②	冬期の屋外環境と利用行動を調査 屋外環境と利用行動の関係性、積雪による影響有	利用行動⇔屋外環境
第6章 実測調査③	詳細な積雪状況、空間構成と利用行動を調査 積雪と空間構成に着目した利用行動との関係性	利用行動⇔空間構成 利用行動⇔屋外環境
第7章 結論	冬期の都心OSの利用行動と屋外環境、空間構成の関係を考慮したデザインガイドライン	空間構成⇔ 利用行動⇔屋外環境

図1. 研究のフロー

### 3. 札幌都心部におけるOSの空間分析と調査対象

札幌都心部において、公開空地制度等により創出された22のOSの空間構成を分析し、OSの接道条件と配置の違いから「辺」、「間」、「角」の3つの空間タイプに分類した(図2)。そのうち、特に利用者が多く、空間構成が異なる①札幌市北三条広場(以下、北三条広場)「間」のOS、札幌三井JPビルディング(以下、三井JP)「辺」と「角」のOS、②アスティ45(以下、アスティ)「角」(地上と地下)のOS、日本生命北門館ビル(以下、北門館)「間」のOS、③札幌エルプラザ(以下、エルプラザ)「間」のOSを対象として選定した。

図3に調査対象の空間構成を示す。

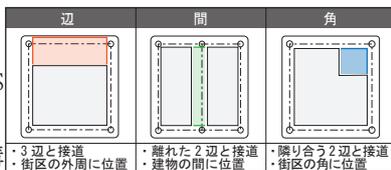


図2. 街区の空間タイプ

### 4. 建築形態と積雪状況に関する調査

風雪シミュレーションと実測調査との積雪傾向の結果を比較し、両者の整合性を検証する。

#### 4-1. 風雪シミュレーションによる積雪傾向分析

風雪シミュレーションには、北海道立北方建築総合研究所の粉体風洞装置を使用した。風向は、過去5年間の気象データ<sup>②</sup>より北西方向とする。風速<sup>③</sup>は、参考文献<sup>①</sup>より算出し、4.0[m/s]とした。模型の縮尺は1/500とした。

シミュレーション結果を図4a)に示す。①北三条広場では、OSの北東隅や日本生命札幌ビルの際で積雪深が大きい。北側に隣接する建築の高層部からの風の吹き下ろしが、風下側で弱まり、吹き溜まりが形成される。三井JPでは、角の南側と

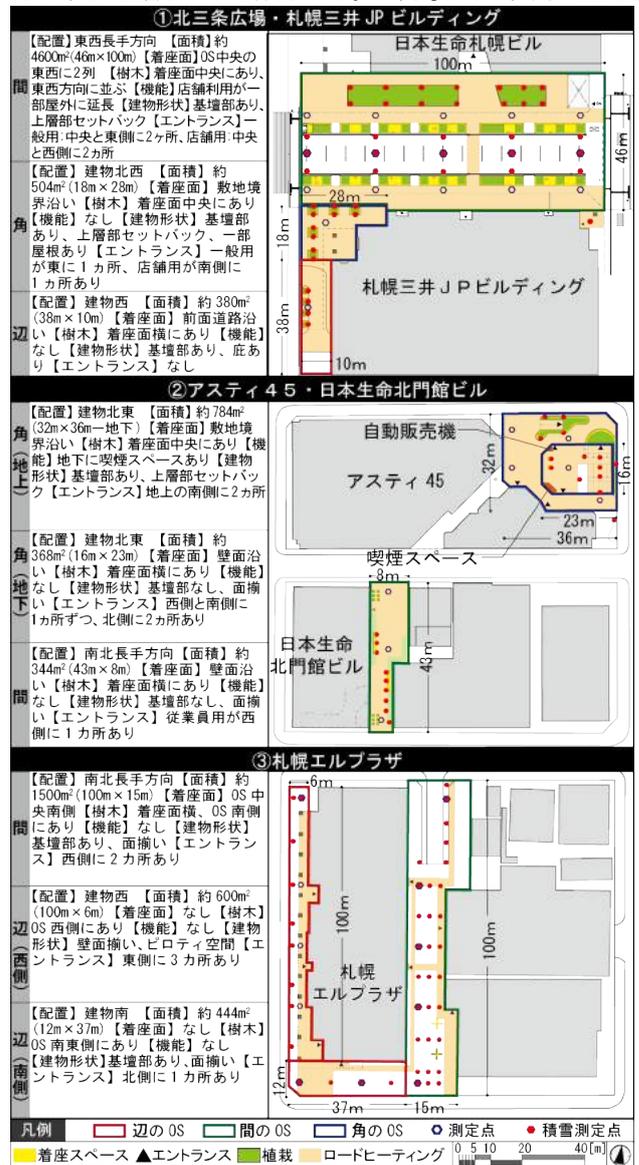


図3. 調査対象エリアの空間構成

辺で積雪深が比較的小さい。三井 JP の基壇部や庇により、風の吹き下ろしから OS が守られ、積雪が低減される。②アスティでは、角の地下西側、角の地上北側で積雪深が比較的大きい。OS に隣接するビルからの剥離風や建築壁面からの風の吹き下ろしが、風下側で乱れ、吹き溜まりが形成される。北門館は、積雪深が均一である。建物間の幅が小さいため、風が大きく乱れない。③エルプラザは、間の OS の北西隅とエルプラザ建物の際や南側の辺の北東側で大きい。隣接する建築による風の吹き下ろしが弱まり、吹き溜まりが形成される。

#### 4-2. 積雪実測調査の方法

調査は、2016年12月～2017年1月において実施し、調査対象内106点(図3)で、シミュレーションの気象条件と同様の降雪状態のときに測定する。調査では、シミュレーションの気象条件を目安に降雪時の風向:北西、平均風速:4.0[m/s]、日降雪量:50mmが見込まれた2016年12月12日に、積雪深を定規を用いて目視で読み取り、5[mm]単位で記録した。調査日の気象概況を表1に示す。

表 1. 2016年12月9日～12日の基礎データ<sup>注4)</sup>

調査日時	調査日積雪深	累積降雪量 <sup>注5)</sup>	降雪時風向	降雪時平均風速
2016年12月12日 12:00	62cm	61cm	北西 <sup>注6)</sup> :69% 其他:31%	4.6m/s

#### 4-3. 積雪実測調査による積雪実態分析

各測定点の積雪深を図4b)に示す。シミュレーションと同じ積雪傾向が読み取れた。また、シミュレーションでは積雪深の差が明確に確認できるが、実測調査では明確には見られない。これは、現実では様々な風向きや無風状態で降雪するため、積雪深が平均化したためと考えられる。

以上より、両者の吹き溜まりが形成されやすい箇所が同様であり、整合性が確認できた。また、風雪シミュレーションを用いて、建築形態により形成される吹き溜まりの傾向を把握し、空間構成と積雪環境との関係性を明らかにした。

#### 5. 積雪寒冷期の屋外環境と利用行動に関する調査

#### 5-1. 屋外環境調査項目と方法

文献<sup>2)3)</sup>より、都心OSの屋外環境、利用行動の調査項目を抽出した(表2)。調査対象内36点で気温、風速を計測し、合計19台のカメラでOS全体の利用行動を撮影した(表3)。日射と積雪の有無は、目視により確認し、記録した。

調査時間は、2016年10月28日～2017年1月10日の期間に平日と休日のそれぞれ3日づつ、降雨のない日<sup>注7)</sup>に行った。一日の調査は、利用が多く見られる12時～13時とした。気温と風速は、各地点で15分毎に1分間、計4回計測し、利用行動は1秒間隔のインターバル撮影を行った。

表 2. 調査項目と調査方法

調査項目	調査方法
屋外環境	気温 温風速計を用いて15分に1度、15秒おきの計測を1分間行い、1分間の平均値を15分間の計測値とした。
風速	(Nielsen-Kellerman 社 Kestrel4500)
日射	目視により、目向と日陰の境界を確認できた場合を「あり」とした。
積雪	目視により、積雪を確認できた場合を「あり」とした。
利用行動	歩行 インターバルカメラの映像から、OSの入場者数を求めた。
着座	インターバルカメラの映像から、着座スペースへの着座人数を求めた。
立止り	インターバルカメラの映像から、歩みを止めた人数を求めた。
雪遊び	インターバルカメラの映像から、雪を用いて遊ぶ人数を求めた。

表 3. 調査項目と使用機器

調査項目	使用機器	設置場所
気温	温風速計	GL+1,500mmに調整し、35点を調査対象ごとにそれぞれ移動測定
風速	(Nielsen-Kellerman 社 Kestrel4500)	
利用行動	インターバルカメラ (Brinno 社 TLC 200 Pro) (Woodman Labs 社 GoPro HERO4)	広場全体が写るように調整し、定点撮影

#### 5-2. 屋外環境調査の結果と分析

【天候と利用行動】雪の日でも、歩行人数は減少しない。【気温と利用行動】気温の低下に伴い、歩行人数が減少した。【風速と利用行動】風速と利用行動との関係は見られなかった。【日射と利用行動】日射と利用行動との関係は見られなかった。【積雪と利用行動】積雪が有る時は、着座が見られない。また、積雪があると、歩行人数が減少するが、雪遊びをする人が見られるようになった。このように、積雪があると雪遊びなどが発生し、利用行動が多様になる。

したがって、積雪と利用行動には強い関係性があり、詳細

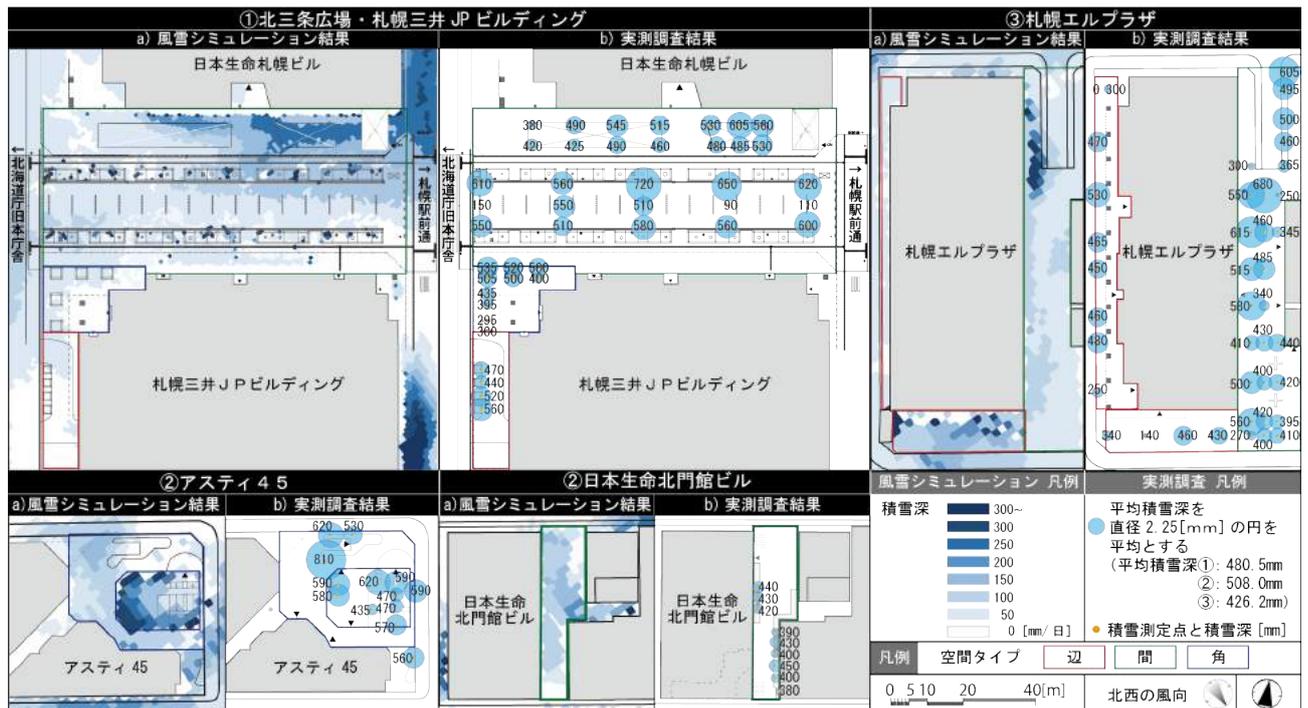


図 4. 調査対象の風雪シミュレーション結果と実測調査の結果 (調査日 2016年12月12日)

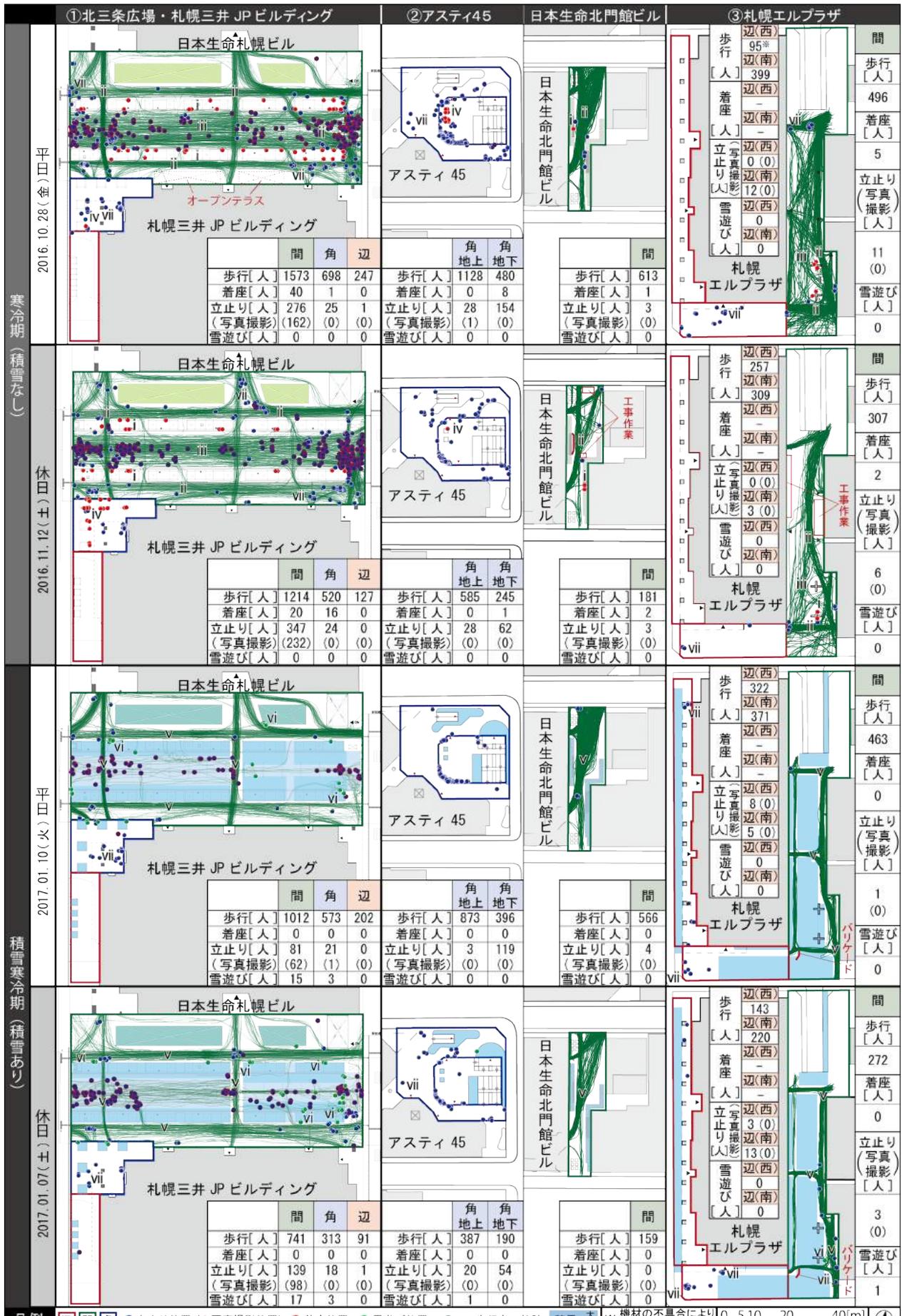


図5. 調査結果プロット図 (2016.10.28 (金)、11.12 (土)、2017.01.10 (火)、01.07 (土))の結果を全調査日より抜粋

に分析する必要がある。

## 6. 詳細な積雪状況と利用行動に関する調査

### 6-1. 詳細な積雪状況と利用行動の調査項目と調査方法

5章より、調査項目に路面状況と歩行動線、各利用行動の位置を追加した(表5)。そのうち、歩行動線については、路面上にロードヒーティングが設置され、積雪の有無が同時に観測できる空間タイプの間のみ分析する。

表 5. 追加した調査項目と調査方法

分析項目		分析方法
屋外環境	路面状況	目視により路面上の積雪の有無を記録した。
利用行動	歩行動線	インターバルカメラの映像から歩行動線の軌跡を作図した。
	着座位置	インターバルカメラの映像から着座の位置をプロットした。
	立止り位置	インターバルカメラの映像から立止りの位置をプロットした。
	雪遊び位置	インターバルカメラの映像から雪遊びの位置をプロットした。

### 6-2. 詳細な積雪状況と利用行動の分析結果

5章と同様の調査日について、インターバルカメラの映像を解析し、歩行動線の軌跡と着座、立止り(写真撮影含む)、雪遊びの位置のプロット図を作成した(図5)。**【積雪と利用行動】共通:**積雪がない状況では、着座は主要動線付近で多い(図5 i)。主要動線の近くに積雪がある場所で、雪遊びが多い(図5 vi)。**辺・角:**積雪の有無に関係なく、立止りは交差点付近やピロティ、エントランス付近で多い(図5 vii)。**角:**積雪がない状況では、着座はエントランス付近で多い(図5 iv)。雪の日の立止りは、庇の下で多い。**間:**積雪の有無に関係なく、写真撮影は北三条広場で広場中央に多い。積雪のない状況では、歩行動線は、建物間を最短で行き来する経路と対象OSを横断する最短経路(図5 ii)以外にも、自由に動き回る経路も多く見られた(図5 iii)。また、北三条広場の東西を横断する広場中央の歩行動線とエルプラザの南北を横断する歩行動線は、幅員一杯に分散する。積雪がある状況では、ロードヒーティング敷設箇所に経路が集中し、積雪がある箇所でも対象OSを横断する最短経路は歩行経路となる(図5 v)。また、積雪のある場所での歩行動線は少ないが、雪遊びや写真撮影のための立止りが多く、通過目的以外の利用行動が多く見られる。ロードヒーティングが全面に敷設されている北門館では、両期間通じて、建物を出入りする最短経路や対象OSを横断する最短経路が多く見られた。

## 7. 結論(図6)

積雪寒冷都市における冬期の都心OSのデザインガイドラインは、対象期間と目的、空間タイプにより以下のように整理した。なお、積雪のない状況とある状況をそれぞれ寒冷期と積雪寒冷期とする。

### 〈寒冷期〉

A. **共通:** 着座スペースは、主要動線に沿っていることは有効である(図5 i)。

B. **間:** 歩行動線は、最短経路(図5 ii)以外にもOS全体に分散するため、自由な動線を確保すべきである(図5 iii)。

C. **角:** 着座スペースは、エントランス付近に設けることは有効である(図5 iv)。

### 〈積雪寒冷期〉

D. **共通:** 積雪は歩行を妨げる要因となる。建物間の出入りやOSを通過するための最短経路は、除雪や融雪を行うべきである(図5 v)。

E. **間:** 堆雪スペースは、立止りや雪遊び、雪を使った写真撮影など、積雪寒冷期特有の利用行動を促し、特に、動線近くの堆雪スペースでは雪遊びが顕著である(図5 vi)。そのため、広場内の動線以外に堆雪スペースを確保することは、雪遊びが行われやすく、イベント時にも活用できるため、有効である。

### 〈両期間共通〉

F. **共通:** 交差点付近やエントランス付近での立止りが多く見られるため、交差点付近やエントランス付近における積雪を低減するピロティや庇等の建築形態、ロードヒーティングの敷設は有効である。特に、**辺・角**では多く見られたため、重要である。(図5 vii)

G. **間:** 積雪寒冷期でも、寒冷期での最短経路(図5 ii)にロードヒーティングの敷設や除雪を行うことは有効である。また、その経路に雪の吹き溜まりや風の吹き降ろしなどを発生させないよう隣接する建築は、基壇部を持つ構成や出入り口に庇を設けるなどのデザインは有効である。

本研究は、平成28年度科学研究費基盤研究(A)「積雪シミュレーションを用いた除雪エネルギーゼロの北方型スマート街区の開発」の研究助成を受けた。

-デザインガイドラインの目的-		
	利便性の向上	遊び、滞在の誘導
寒冷期	歩行 最短経路への集中とOS全体への分散	着座 主要動線付近に集中
	B. 最短経路と自由な動線の両立	A. 主要動線沿いに着座スペース エントランスに面して集中
		C. エントランス付近への着座スペースの設置
積雪寒冷期	歩行 除雪や融雪箇所への集中と積雪箇所でも最短経路への歩行	立止り、雪遊び 堆雪箇所(特に主要動線近く)に集中
	D. 建物間やOS横断の最短経路の除雪と融雪	E. 堆雪スペースの確保 特に主要動線付近での確保
両期間共通	歩行 寒冷期での最短経路への集中と積雪寒冷期での除雪や融雪箇所への集中	立止り 交差点付近やエントランス付近への集中(特に <b>辺・角</b> で多い)
	G. 寒冷期での最短経路を尊重した融雪や除雪経路上の屋外環境へ配慮した建築形態 (例) 基壇部を持つ構成 出入り口での庇	F. 交差点付近やエントランス付近の除雪と融雪や庇・ピロティ等の建築形態
凡例	利用行動 辺 間 角	明らかになった利用行動の実態 デザインガイドライン

図 6. デザインガイドライン

【注釈】注1) 本論では、着座スペースに着座した状態、写真撮影などで立止った状態、歩行した状態を指す。注2) 気象庁HP、最終閲覧2017/01/28, <http://www.data.jma.go.jp> 注3) 気象台風速計高さを考慮した実験流入風速 注4注2) と同様に気象庁HPを参照。注5) 2016年12月12日12:00の積雪深と同等の降雪量を示す2016年12月9日~12月12日12:00までの降雪量の合計を累積降雪量とする。注6) 降雪時の風向が北北西、北西、西北西を北西とした。注7) 2016年10月28日(金)、11月12日(土)、12月12日(月)(機材の不具合により一部データ欠損)、12月17日(土)、2017年1月7日(土)、1月10日(火)に調査を行った。

【参考文献】1) Requirements for modeling of a snowdrift, Cold Regions Science and Technology /Y. Anno ほか 2) 北国の街づくりと景観 /N. プレスマン 3) 人間の街 公共空間のデザイン /J. ゲール

\* 竹中工務店 工修  
\*\* 北海道大学大学院工学研究院 教授 博士(工学)  
\*\*\*\* 北海道大学大学院 修士課程  
\*\*\*\*\* 北方建築総合研究所 研究主任 博士(工学)

\* Takenaka Corporation., M.Eng  
\*\* Prof., Graduate school of Eng., Hokkaido Univ., Dr.Eng.  
\*\*\* Master course Graduate School of Eng., Hokkaido Univ.  
\*\*\*\* Senior Researcher, Hokkaido Research Organization, Dr.Eng