

# 積雪寒冷都市における風雪シミュレーションを用いた高層高容積街区の都市空間像の提案

## 積雪寒冷都市における都市デザイン その10

正会員 ○岩国 大貴 \*1  
同 瀬戸口 剛 \*2  
同 渡部 典大 \*3  
同 前田 孝輔 \*4  
同 堤 拓哉 \*5

積雪寒冷都市 風雪シミュレーション 高層高容積街区  
雪処理エネルギー 低炭素都市 札幌市都心部再開発

### 1. 研究の背景・目的

近年の都心再開発では、機能の複合化による高容積の建築物の建設に伴い、土地の高度利用により高層建築物とすることが一般的となっている。その際、建設される高層建築物の多くは、足元にオープンスペース（以下、OS）を確保し、景観的配慮により高層部を歩道からセットバック（以下、SB）させるものが全国共通であり、気候風土を考慮したものではない。特に、積雪寒冷都市では、冬期の風雪による屋外環境の悪化や膨大な雪処理エネルギー（以下、雪処理E）が深刻であり、高層建築物は、よりその影響が大きく、風雪の影響を考慮した高層高容積街区の都市空間像の形成が急務である。本論では、積雪寒冷都市において風雪環境・雪処理Eの評価を組み込んだ、高層高容積街区の都市空間像の提案を目的とする。

### 2. 研究の方法

本論では、①：対象街区を選定し、再開発時の主要な検討項目を整理する。②：評価視点と評価方法を決定し、③：①より街区ボリュームデザインの更新パターンを決定する。④：②をもとに、シミュレーション結果の評価を行う。⑤：④より風雪環境を考慮した都市空間像を導き出す。

### 3. 対象街区の選定・概要（図1）

積雪寒冷都市で再開発の活発な札幌市都心部<sup>注1)</sup>で、拠点として重要な大通地区を対象とした。対象街区では、現在、改築時期にある札幌市役所の建替え計画があり、また、対象街区に建つ市民ホールの保存と建替えが検討されている。



図1 対象街区図

### 4. 評価視点の抽出と評価方法の決定（表1）

文献整理<sup>1)</sup>より評価視点として、A：エネルギー〔雪処理E、更新パターンE、年間E〕、B：屋外空間の風雪環境（以下風雪環境）〔雪環境・風環境〕を抽出した。

### 5. シミュレーションの概要

風雪シミュレーションでは、北海道立北方建築総合研究所の粉体装置と風洞装置を使用した。風向きは北西方向とし<sup>注2)</sup>、模型の縮尺は1/500とした。エネルギーシミュレーションでは、著者<sup>注3)</sup>より用途別の各種負荷原単位、月別負荷パターン、時刻別負荷パターンを引用し、年間負荷と月別代表日の時刻別負荷を算出するとともに、CGS評価プログラム<sup>注4)</sup>を用いて

表1：街区空間の評価視点と評価方法

評価視点	評価基準	評価方法	
A エネルギー	①ロードヒーティング ②運搬排雪	①②1日の積雪総量から日射や都市の潜熱等による自然融解量を引き、1日の運搬排雪・ロードヒーティングに必要なCO <sub>2</sub> 排出量を算出 ・札幌市の雪の自然融解高さ：37.6mm/日 □ロードヒーティング（歩道+街区内部） 雪融解熱：333MJ/ton 灯油発熱量：36.7MJ/L ロードヒーティング熱効率：20% 軽油CO <sub>2</sub> 排出量：2.58kgCO <sub>2</sub> /L	□運搬排雪（車道） 札幌市の雪の密度：393.9kg/m <sup>3</sup> 10tonダンプの燃費（軽油）：2.5km/L 雪堆積場までの往復距離：10km 灯油CO <sub>2</sub> 排出量：2.49kgCO <sub>2</sub> /L
	更新パターンE	年間負荷 1年間に対象街区で必要となる負荷（二次エネルギー） 年間電力負荷と年間熱負荷の値の和で算出 【凡例】Q <sub>year</sub> = 年間負荷 i : 用途 Area : 床面積 q <sub>year</sub> : 年間負荷原単位 【設定】・算出可能用途：業務、商業、宿泊、医療 ・用途別年間負荷 = 用途別年間負荷原単位 * 用途別床面積 ・熱負荷 = 給湯負荷 + 暖房負荷 + 冷房負荷	
	年間E	CO <sub>2</sub> 排出量 1年間に対象街区で排出されるCO <sub>2</sub> CGS評価プログラムを用いて算出 【CGSのシステム容量】 10,000 m <sup>2</sup> で900kWのガス エンジンを基準として供給 建物延床面積との比率により算出	【設定一次エネルギー換算値 <sup>注6)</sup> 】 電力・昼間(8:00-22:00)：9.97MJ/kWh 電力・夜間(22:00-8:00)：9.28MJ/kWh ガス13A(HHV)：44.08MJ/m <sup>3</sup>
	年間E	冬季(12,1,2月の90日間)の雪処理Eと更新パターンEを加算し、対象街区で消費する年間のEを算出	
B 屋外空間の風雪環境	吹き溜まり	積雪深さの等高線図を作成し、吹き溜まりの分布を相対的に評価	
	風環境	積雪寒冷都市における屋外の風の感じ方の評価をもとに、St.1.2と交差点1.2の風の強さを評価 【評価基準の設定】 室外における風の強さと人の快適性 <sup>注7)</sup>	◎1.5 m/s未満 ◎1.5 m/s以上 2.9 m/s未満 ◎2.9 m/s以上 やや寒くやや不快 非常に寒く不快

CO<sub>2</sub>排出量を算出した。各更新パターンについて、シミュレーションを行い、表1の評価視点に従い評価を行った。

### 6. 更新パターン（街区ボリュームデザイン）の決定

近年の都心部再開発状況より、対象街区では高層高容積建築物への更新が考えられるため、街区容積率を1000%として検討する<sup>注8)</sup>。まず、市民ホールを一時保存するため、段階的再開発を行い、屋外OSを広く設けた二棟型を決定した。次に、街区を一体的に再開発し、屋内OSのある基壇部を共通して設け、中高層部を二棟とし全体の高さを抑えた基壇ツインタワー型、中高層部を二棟とし特に高層部α（図3-α）の高さを抑えた基壇中高層型、中高層部を一棟とし塔状により高くした基壇一棟型の全4パターンを決定した。各パターンの計画要素については図3に詳細を記述する。

### 7. 各更新パターン（街区ボリュームデザイン）の結果（図3）

二棟型（図3-I）対象街区区内総積雪量は290.9[m<sup>3</sup>/日]で比較的少ない。一般的に、積雪寒冷都市で、OSを大きく設けると積雪面積が大きくなり積雪量が増えるが、卓越風の風向きに平行に設けたため、地上部に強風が吹き抜け、雪が吹き払われて少なくなったと考えられる。【A】雪処理Eは最も少ない。【B】吹き溜まりはSt.2で比較的大きい。風環境は建物の風下側交差点で最も悪い。

基壇ツインタワー型（図3-II）対象街区区内総積雪量は313.3[m<sup>3</sup>/日]で比較的多い。【A】雪処理Eは比較的多い。【B】吹き溜まりはSt.2で大きい。風環境は悪くない。

基壇中高層型（図3-III）対象街区区内総積雪量は360.9[m<sup>3</sup>/日]で最も多い。【A】CO<sub>2</sub>総排出量は最も多い。【B】吹き溜まりはSt.2で大きい。風環境は悪くない。



図2 検討のプロセスと更新フロー

The Proposals of Urban Blocks on the High Rise and Density Buildings with Snow and Wind Simulations for Winter Cities

The Urban Design on Winter Cities #10

IWAKUNI Daiki, et al.

基壇一棟型(図3-IV)対象街区内総積雪量は250.4[m<sup>3</sup>/日]で最も少ない。【A】雪処理Eは二棟型に次いで少ない。【B】吹き溜まりは最も小さい。風環境はSt.2で比較的悪い。

### 8. 積雪寒冷都市における高層高容積街区の都市空間像

- 中高層部が一棟のデザインは、地上部へ吹き降ろす風を発生させ、雪を吹き払うので、対象街区の積雪量を低減できる。
- 中高層部を二棟にすると、風を受ける立面積が大きくなり、風速を弱めるため、対象街区内の積雪が増加する。
- 中高層部を二棟とし、高層棟を街区の風上側、中層棟を風下側に配置することで、風下側の風が弱まり、吹き溜まりを多く形成するため、望ましくない。
- 本稿で扱った段階的再開発は、一体的な基壇部を形成できず、二棟になる。その結果、OSが大きくなり、地上部の風が強くなり、周辺街区にも大きな吹き溜まりを形成するので、屋外空間の風雪環境が悪い。
- 一体的再開発では、街区全体に基壇部が計画できる。基壇部が地上部へ吹き降ろす風を受け止めることで、歩道上の

風が弱く、屋外空間の風雪環境の悪化を軽減する。ただし、基壇部の風下側の隅角部では、交差点付近を通る風が弱くなるので、吹き溜まりを形成しやすく、配慮が必要である。

以上のように、積雪寒冷都市の都市デザインにおいて、空間計画に風雪環境評価を組み込むことは、冬期の屋外環境を改善し、消費エネルギーを削減する上で重要である。

本研究は、平成26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。

〈注釈〉注1)第4次札幌市長期総合計画における都心の範囲としている注2)気象庁HPデータの過去10年間のデータより北西方向とした。また、Requirements for modeling of a snowdrift, Cold Regions Science and Technology/Y.Annoほかより風速を算出した注3)都市がスによるコージェネレーション計画・設備と評価/空気調和・衛生工学会編、札幌市都心部 都市熱源ネットワーク調査報告書 平成12年3月/札幌市より設定した注4)都市がスによるコージェネレーション評価プログラム-CASCADE III-/空気調和・衛生工学会を利用した注5)次世代北方型住宅の除雪に配慮した配置計画に関する研究/北海道北方建築総合研究所、札幌市HPほか注6)電力:「地球温暖化対策の推進に関する法律 施行令(平成21年3月31日改正)第三条」及び「エネルギーの使用の合理化に関する法律 施行規則(平成21年7月1日改正)第四条」、ガス:北ガス公表値による注7)被験者実験より注8)第4次札幌市長期総合計画概要版、札幌市まちづくり戦略ビジョン 戦略編より  
 〈参考文献〉1) N.Pressman: 北国の街づくりと景観、北海道大学刊行会、2002.1、繪内正道: 積雪寒冷気候に対応した都市デザイン、日本建築学会北海道支部 建築報告集No.72,1999.3、国土交通省: 低炭素都市づくりガイドラインほか、2) 瀬戸川 剛ほか: 積雪寒冷都市における風雪シミュレーションによる街区空間形態と除雪エネルギーの評価、日本建築学会計画系論文集, Vol.77, No.682, p.2789-2798

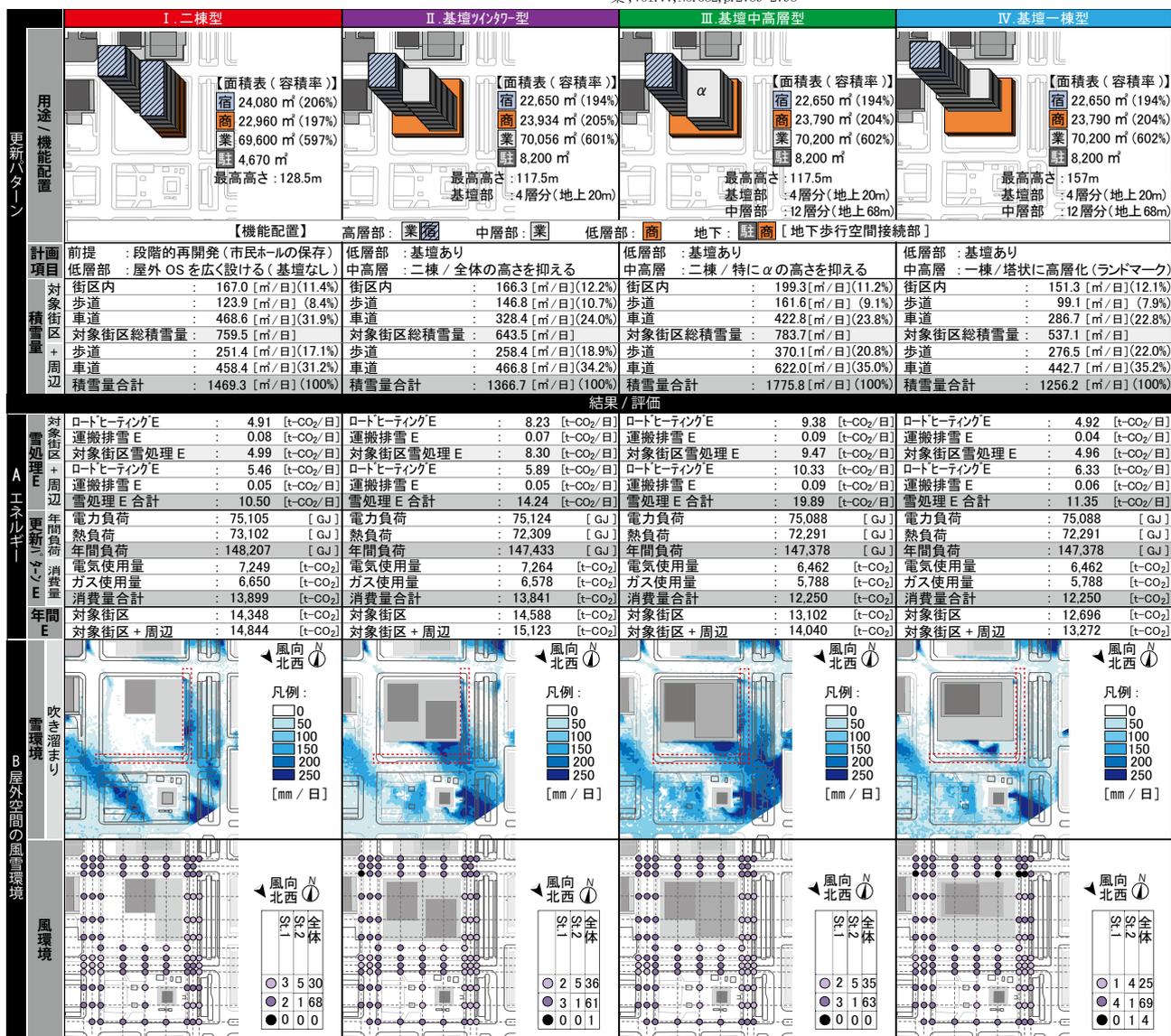


図3: 各更新パターンの結果・比較図

\*1 北海道大学大学院 修士課程  
 \*2 北海道大学大学院 工学研究院 教授 博士 (工学)  
 \*3 北海道大学大学院 博士課程 工修  
 \*4 三菱地所設計 工修  
 \*5 北方建築総合研究所 研究主任 博士 (工学)

\*1 Master course Graduate School of Eng., Hokkaido Univ.  
 \*2 Professor, Graduate school of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.  
 \*3 Doctoral course Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., M, Eng  
 \*4 Mitsubishi Jisho Sekkei, inc., M, Eng  
 \*5 Senior Researcher, Hokkaido Research Organization, Dr. Eng