

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密度市街地の配置計画プロセスの開発 -低炭素都市実現に向けた都市デザイン その4-

低炭素都市 都市デザインプロセス 地区エネルギー評価
積雪寒冷都市 風雪シミュレーション 風洞実験

正会員○ 高梨 潤 *1 同 阿部 佑平*4
同 瀬戸口 剛*2 同 山田 健介*5
同 堤 拓哉 *3

1. 研究の背景

現在の集合住宅団地（以下住宅団地）は、画一的な計画理論により地域の気候・風土は無視され、積雪があるにも関わらず積雪寒冷都市の外部空間も同様の理論で計画するのが一般的である。積雪寒冷都市における気候・風土を考慮した都市デザインが必要とされる。

また地球環境問題対策として、持続可能な都市像の実現に向けた都市環境、建築単体の取組みや研究はなされているが、都市デザインにおいて地区・街区レベル総体での対策の確立はない。冬期のエネルギー消費量が膨大な積雪寒冷都市において環境・エネルギーの視点を組み込んだエリア総体での都市デザインが求められている。

2. 研究の目的と方法

本論では、持続可能な都市像の実現に向けた都市デザインプロセスとして、積雪寒冷都市の住宅団地において環境・エネルギーの視点を計画プロセスに反映させ、適当な空間像を導くことを目的とする。積雪寒冷都市として極めて積雪が多く人口密度が大きい札幌、加えて、都市形態によるエネルギー削減の寄与を把握するための指標として高密度な市街地において地域熱供給が行われている光星地区を対象とした。

本論では以下の分析を行った。①既往論文の整理より、住宅団地の更新方向性を示す。②文献整理より評価視点を決定する。③その視点に基づく更新ボリュームを決定する。④風雪・風洞・日射シミュレーションを行う。⑤④の結果に対して環境・エネルギー評価を行い、風雪の挙動と街区形態との因果関係について考察する。⑥⑤より、住宅団地における都市デザインプロセスについて考察する。

3. 高密度住宅団地における更新の方向性の検討(表1)

既往論文¹⁾の整理より、高密度な市街地における建物更新の方向性として、「高層建築街区」と「中層建築街区」の2つの空間像が示されており、住宅団地においては、駐車場やオープンスペース（以下OS）等の重要な計画要素の1つとしての空地と、高層の住棟で構成される高層建築街区の空間像の多様性が導かれる（表1-b）。また、高密度な市街地においては、南面採光と東西採光の高層住棟の組み合わせが要求され、その配置計画による空間像は多様になる。

表1 都心街区と集合住宅団地の更新方向性

	a 都心街区の更新方向性	b 集合住宅団地の更新方向性
計画論理	商業ボリュームのため床面積多、空地少	OS、駐車場等により空地多
形態要素	建物高さ・ボリューム	建物配置・空地
形成過程	基本的に建物毎に個別に更新	基本的にエリア一帯を面的に更新
更新系統	現況	現況
	中層建築 中層 高層建築 空地	中層建築 中層 高層建築 空地

そこで本論では、計画要素を踏まえた更新パターン（5章）を決定し、まず、より空間像の差異が大きいOS計画の更新パターンについて環境・エネルギー評価を行い（7-1

章）、次にその結果を踏まえ、主要通りについての同様の評価を行った。（7-2章）

4. 街区空間評価視点と方法(表3)

文献整理²⁾より、評価視点としてA:デザイン性(駅前空間・主要通り・OS)、B:中庭OSの快適性(自然融雪・吹きだまり)、C:主要通りの快適性(吹きだまり・風の強さ)、D:エネルギー(雪処理E・地域熱供給Eとの比較)の4つを抽出した。更新パターンについて風雪・風洞・日射シミュレーションを行いA, B, C, Dの項目で評価を行った。

表2 街区空間評価視点とその方法

評価視点	評価方法		
	駅前	主要通り	OS
A デザイン性	D11 駅前空間の人々の滞在	セットバック 通りの幅 歩道 OSへのアクセス、規模	
B 中庭OSの快適性	自然融雪	①日射シミュレーションにより日照図を作成 ②時間毎の気温、日照面積、全天日射量より融雪量算出 ^{注1)} ③日射による自然融雪考慮前後の積雪深比較	
	風の強さ	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評価 【設定風速の条件 (6m/s)】 - 日最大風速 (nとおく) を用いる - 対象日数の1/2以上の日数が該当 - 評価軸の数値に近いものとなること 【評価基準】 - 屋外における風の強さと人の快適性 ○ n < 1.5m/s : やや寒くやや不快 ● 1.5m/s ≤ n < 2.9m/s : 寒く不快 ● 2.9m/s ≤ n : 非常に寒く非常に不快	
C 主要通りの快適性	歩道の積雪深	主要通り歩道の積雪深グラフ、積雪深の等高線図を作成 St.1, St.2, St.3, St.4 について各パターン相対的に評価	
	中庭OSの快適性	中庭OSの快適性に同じ	
D エネルギー	雪処理E	①実験結果における対象敷地の1日あたりの地上の積雪量より雪処理Eを算出 ②b1自然融雪と同様の方法で冬至における融雪量を算出 ③①-②より自然融雪考慮前後の雪処理E量を算出 【設定】 ・除排雪は運搬排雪のみとし積雪量から運搬排雪に必要な軽油量より算出 ・場所毎(歩道、車道、駐車場(街区の20%))の積雪量から雪処理E量を算出	
	E比較	①対象地区のエネルギーの指標としてd1で求めた雪処理Eとの比較(単位: MJ/d) ②地域熱供給Eは供給熱量日別データより、対象街区への1日当りの熱供給Eを算出 ^{注2)}	

5. 更新パターンの決定

4章の評価視点のデザイン性(駅前空間・主要通り・OS)より、板状型(現況更新型・OS一体型・OS分割型・駅前配慮型)の4パターンを決定した(各パターンの特徴は図2, 3のデザイン性参照)。街区容積率は400%程度とした。

6. シミュレーションの概要

風雪・風洞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装置、風洞装置を使用した。シミュレーションの風向は、過去5年(2006~2010)の気象データ^{注2)}より北西方向とした。なお、シミュレーションに図1 風雪実験風景(写真)は縮尺1/500の模型を用いた。日射シミュレーションは、Google SketchUpを用いた。冬至における各時間毎の日照面積と気温^{注3)}、全天日射量^{注3)}より自然融雪量を算出^{注1), 2)}した。



7. 計画要素に対する更新パターンの評価結果

7-1. 中庭OSの快適性についての評価結果(図2)

中庭OSの快適性(図2-B)について現況更新型、OS一体型、OS分割型を用いて評価を行った。【b1. 自然融雪】自然融雪量が最も多いのは現況更新型であった(図4-Dも参照)。日照面積が最大なものも現況更新型で、OSの南面配置のためと考えられる。【b2. 風の強さ】OSの中央部は全

パターン不快に感じる点が多いが、建物の際は現況更新型が風が弱い点が多く、OSの風上側に建物を配置することでその際の風が弱くなる。以上より、OSの快適性に関して現況更新型が最も有利な結果となった。

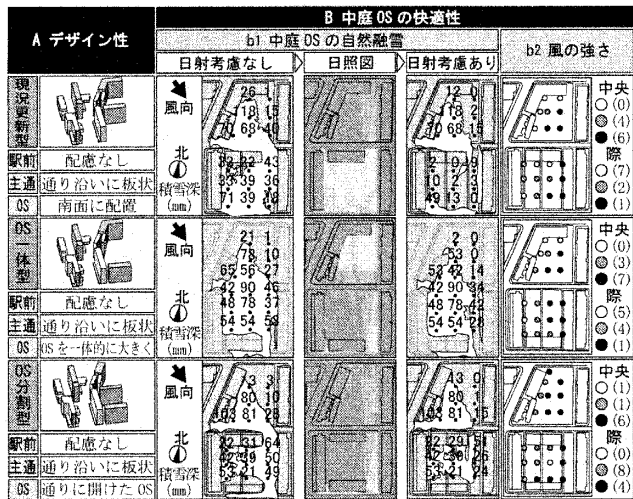


図2 配置計画におけるOSの快適性の評価

7-2. 主要通りの快適性についての評価結果 (図3)

次に7-1章で有利と示された現況更新型のOSを踏まえ、主要通りの快適性(図3-C)について現況更新型と駅前配慮型の評価を行う。【c1. 吹きだまり】St.3について、現況更新型で見られていた吹きだまりが、駅前配慮型ではより顕著である。St.4では、現況更新型に大きな吹きだまりがある。それに対して駅前配慮型は、吹きだまりが小さい。【c2. 風の強さ】両パターンとも、非常に寒く非常に不快に感じる点が多く見られるが、駅前配慮型の方が風が穏やかであった。通りへの流入部のD/H=1.9の駅前配慮型は、D/H=1.3の現況更新型に比べ、通りへの風の流入が抑えられ風が弱くなり、それに伴い吹きだまりにも変化が見られた。以上より、主要通りに関しては駅前配慮型が有利であると示された。

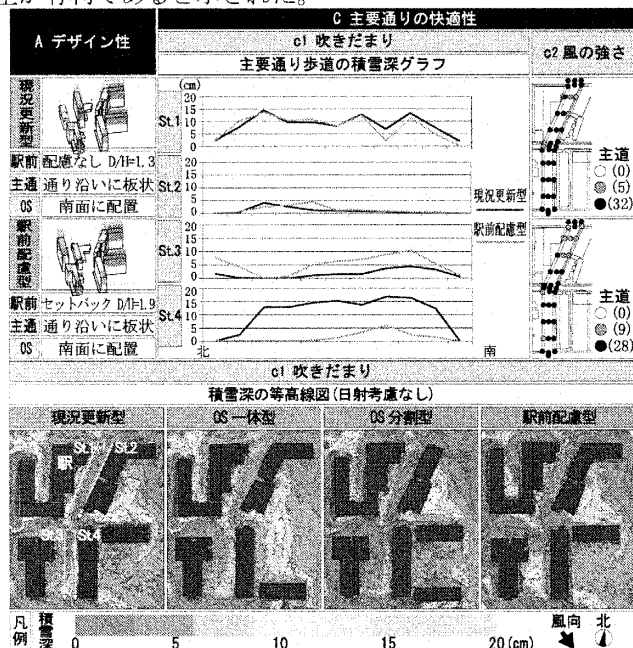


図3 配置計画における主要通りの快適性の評価

*1 北海道大学大学院 修士課程
 *2 北海道大学 教授 工学
 *3 北方建築総合研究所 研究主任 博士 工学
 *4 北方建築総合研究所 博士 工学

*5 北海道庁
 *1 Master' course Graduate School of Eng, Hokkaido Univ
 *2 Prof, Faculty of Eng, Hokkaido Univ, Dr.Eng
 *3 Senior Researcher, Hokkaido Research Organization, Dr.Eng
 *4 Hokkaido Research Organization, Dr.Eng

*5 Hokkaido Government, M.Eng

7-3. 全パターンの雪処理E評価と地域熱供給Eとの比較(図4)

【D. 雪処理E】駅前配慮型が最も雪処理Eが小さく、また自然融雪による雪処理Eの削減も31%と最も大きい。続いて現況更新型30%、OS一体型27%、OS分割型26%であった。OSの南面配置、通りのD/Hを大きくとることにより日射受領量が拡大し、風雪流入が緩和したためと考えられる。

以上の結果より、雪処理Eが最も優位となる更新パターンは駅前配慮型である。

【d1, d2. 雪処理Eと地域熱供給Eの比較】どのパターンも地域熱供給E⁽⁴⁾と比較すると大きな差がある。雪処理Eが最も大きいOS分割型でも1.71%に留まる。運搬排雪によるエネルギー消費量自体が、地域熱供給E量に比べて小さいためと考えられる。

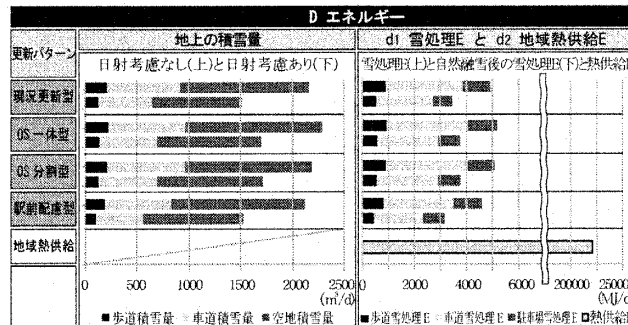


図4 雪処理E評価と地域熱供給Eとの比較

8. 結論

高層建築街区は中層建築街区に比べて多様であり、その1つとして環境・エネルギー評価を配置計画プロセスに組み込むことで、望ましい空間像を導くことが可能となり、そのプロセスを開発できた。以下、本論より得られた具体的な知見を述べる。

- 1) 温暖地域で一般的な、OSを大きく一体的に設けるといふ計画理論は、積雪寒冷地域においては望ましくなく、OSを南面に配置し日射受領量を大きく確保することがより重要である。
- 2) 通りのD/Hを大きく設けることが、一般的に望ましいとされており、積雪寒冷地域において風雪の視点を考慮した場合でも同様に、D/Hの大きい駅前配慮型が良好な結果となった。
- 3) 対象敷地における雪処理Eの自然(日射)Eによる削減は、最大31%が見込まれる。一般的にOSへの日射は必要とされるが、積雪寒冷地域において環境・エネルギーの視点から見ても有効である。自然Eを有効活用するための配置計画として、1), 2)の様な項目がある。
- 4) 光星団地での地域熱供給Eに比べて、雪処理Eは1.43%~1.71%と小さい。

高次都市機能が集中する都心部においては、住宅地に比べ総体的に地区エネルギーが上昇することが考えられる。都心部においても地区エネルギーと都市空間の形態により、削減可能なエネルギーの関係性を把握することが今後必要となる。

<注釈> 注1) 表面融雪量(M, mm h-1)モデルは, Konya et al. (2004)の提案した以下のモデルを用いた $M = 0.42R + 0.089T - 0.28$ 注2) 気象庁IPデータ 注3) 拡張アメダス気象データ 1981-2000/日本建築学会 注4) 光星E供給熱量時刻別・日別データ(H19~H22)/北海道熱供給公社 のH22を用い、札幌市東区の積雪期間である12月~3月(札幌市公式IPより)の1日当りの平均を算出し、面積比より対象街区への熱供給とした
 <参考文献・調査資料> 1) 佐藤 公哉, 積雪寒冷都市における風雪シミュレーションを用いた都心街区の空間デザイン(2010) 2) 渡部 典大, 環境・エネルギー評価を関連づけたエコ街区構築による都市デザインプロセスの開発(2010) 3) 北国の街づくりと景観, Pressman, 積雪寒冷気候に対応した都市デザイン/屋内 正道, 屋外空間の生活とデザイン/J. ゲール, 集合住宅団地計画の変遷/佐藤 滋, これからの住宅団地/山地 英雄 2) K. Konya, T. Matsumoto and R. Naruse, Surface Heat Balance and Spatially Distributed Ablation Modelling at Koryto Glacier, Kamchatka Peninsula, Russia(2004)