

総合設計制度による建築物が街路景観の印象に与える影響に関する研究

3D都市モデル PLATEAU 及び VR を用いて

A Study on the Impression of Street View by the Comprehensive Design System Using urban models PLATEAU and VR

○安井 悠人*¹, 渡辺 俊*²

Yuto YASUI*¹, Shun WATANABE*²

*1 筑波大学大学院システム情報工学研究群 博士前期課程

Graduate student, System Information Engineering, Univ. of Tsukuba

*2 筑波大学システム情報系 教授 博士(工学)

Prof., Systems and Information Engineering, Univ. of Tsukuba, Ph.D.in Eng

キーワード：総合設計制度; 公開空地; 街路景観; VR システム; PLATEAU

Keywords: Comprehensive design system; Public Open Spaces; Streetscape; Virtual Reality system; PLATEAU.

1. 研究の背景と目的

近年、都心部では、総合設計制度や特定街区制度等の容積インセンティブ法によって都市の高層化が進んでいる。

特に、総合設計制度は審査手続きが他の都市開発諸制度と比較して簡易であることから、都心を中心に広く適用されてきた(東京都で 777 件の適用事例¹⁾)。その制度の実態は、不燃化や生産性の向上といった利点がある一方で、風害や景観等の問題点も指摘されている²⁾。特に景観に関しては、総合設計制度による高容積化と共に、公開空地の整備が行われるものの、建築物そのものから受ける圧迫感が大きく、都市での活動において街路景観から受ける視環境の悪化が懸念されている。

これまで総合設計制度について景観の観点から論じた研究は、坂田ら(1992)³⁾による、公開空地の面積と開放感との相関を明らかにし、開放感を得るための空地の広さの下限値を算定した研究が見られるが、数としては多くない。その一方で、都市の景観、特に建築物から受ける圧迫感に関する研究は数多くされてきた。代表的なものとして、武井ら(1977)^{4,5)}は建築物一棟から受ける圧迫感を定量的に明らかにする指標として、形態率^{注1)}を提唱し、圧迫感許容値を算定した。また、邊ら(2011)^{6,7)}は現場評価や画像実験による圧迫感と開放感評価指標の検討を行い、武井らが提唱した形態率に加えて立体角が圧迫感を説明する指標であるとした。

このように先行研究では、人が感じる圧迫感を説明する形態率や立体角等の指標の提唱が行われてきたものの、これらの指標を用いて、都市開発諸制度により高層化する建築物から受ける圧迫感を定量的に明らかにした研究は見られない。

そうした背景を踏まえ、本研究では、Virtual Reality (以

下、VR)による実験を通して、武井ら(1977)^{4,5)}や邊ら(2011)^{6,7)}が提唱した形態率や立体角の大小に応じて、どの程度公開空地の面積やセットバック距離を設ければ総合設計制度による建築物からの圧迫感を抑えることが出来るのか定量的に明らかにすることを第一の目的とする。加えて、形態率及び公開空地の面積等の、総合設計制度に関わる変量を取り入れた、総合設計制度の建築物から受ける圧迫感の予測式を算定することを第二の目的とする。

2. 研究方法

本研究は VR にて都市モデルを作成し実験を行い、その結果について公開空地の面積や形態率等の指標との関連性を分析・考察するという流れで行う。都市モデルの作成には、3DCG ソフト blender と国土交通省より整備された 3D都市モデル PLATEAU にて行う。被験者実験は、blender において VR 環境を構築し、実験対象者は HMD を装着することで、VR 環境内に入り、圧迫感に関する回答を行う。次に、これらの実験結果と都市景観に関する指標との関連性を考察するため、Esri 社 Arc GIS pro を用いて、形態率や公開空地の面積等の変量を算出する。最後に、これらの指標と実験結果について、相関分析や重回帰分析を行う。

3. 研究対象

本研究で対象とする事例は、東京都内において事例数が多い港区・中央区・千代田区のうち、PLATEAU の LOD2^{注2)}が整備されている範囲に位置する事例かつ、現地調査によって公開空地の表示が確認された事例とし、さらに、敷地の接道形態によって景観も変化すると考えられるため、長岡ら(2003)⁸⁾らが提唱した接道形態の分類

のうち U 字型・全方位型の事例の全 25 事例を対象とする。

表 1 研究対象の事例

NO.1	建築物名	13	アーバンネット幸町ビル
2	RBM東八重洲ビル	14	オーベル月島
3	ペイサイド竹芝	15	ザ・クレスタタワー
4	時事通信ビル	16	サンシティ銀座EAST
5	住友不動産御成門タワー	17	住友不動産御成門タワー
6	銀座タワー	18	三井住友海上フロンティアビル
7	中央区立 京橋プラザ住宅	19	興和西新橋ビルA棟
8	オールドビルディング	20	興和西新橋ビルB棟
9	八重洲ファーストフィナンシャルビル	21	御成門M-SQUARE御成門
10	ホワイトタワー浜松町	22	日鉄日本橋ビル
11	リエコートアルクスター	23	フォアフロントタワー
12	京橋トラストタワー	24	東京サンケイビル
	日本橋アストラス三井ビルディング	25	西新橋スクエア



図 1 長岡ら(2003)⁸⁾が提唱した接道形態の分類

4. 圧迫感に関する指標の算出

形態率や立体角率をはじめ、先行研究において圧迫感を説明するものとして提唱されている指標の算出を行った。具体的には、形態率・立体角率・D/H・観測点から建築物までの距離・天空率・獲得容積率⁹⁾{(延べ床面積ー駐車場等面積)/敷地面積ー都市計画上の容積率}・前面公開空地面積(図2)・前面道路面積(図3)である。また、形態率・立体角率・観測点から建築物までの距離・天空率の算出においては、計測点を、対象とする建築物の反対側の歩道上で建築物と正面で対峙する点とした(図4、5)。形態率・立体角率の算出は、対象とする総合設計制度による建築物単体のものと、周辺の建築物も含む建築群のもの2種類で算出した。これらの指標の算出は Esri 社 Arc GIS pro にて行い、天空率の算出等のスカイライン解析においては、PLATEAU を GIS 上にインポートし、解析を行った。

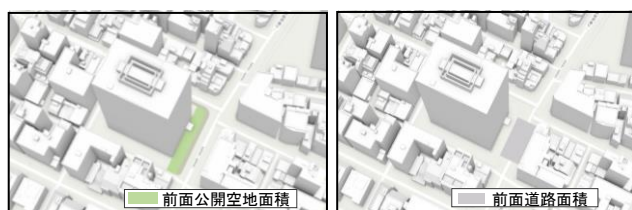


図 2 前面公開空地面積

図 3 前面道路面積



図 4 スカイライン解析(1)

図 5 スカイライン解析(2)

5. VR による被験者実験

5.1. 被験者実験を行う事例の選定

被験者実験での被験者の負担を考慮し、実験を行う事

例の絞り込みを行った。選定方法は、①前項で算出した圧迫感に関する指標を基に事例の類型化を行い(図6)、その結果と②現地調査を通じて、モデル作成において高い再現性を担保できると判断した事例とした。図6に示す13事例を被験者実験の対象とする。

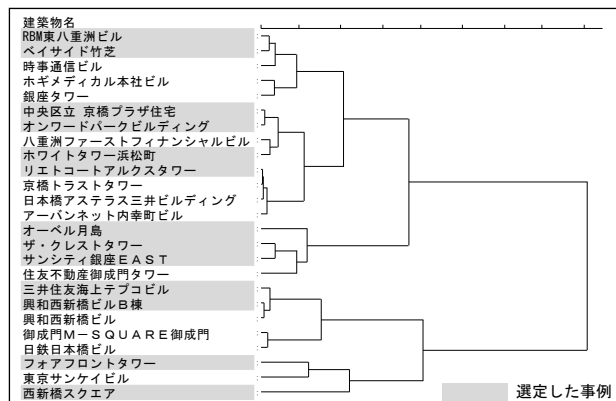


図 6 クラスタ分析の結果(ward法)

5.2. 3D都市モデルの作成

被験者実験で評価の対象となる3D都市モデルは、3DCGソフトblenderと3D都市モデルPLATETAU(LOD2)を用いて作成する。作成方法は、①現地調査で対象とする事例及びその周辺の建築物のファサードの写真を撮影し、②撮影した写真は画像編集ソフトを用いて補正を行う。次に③blender上で補正した画像をPLATETAUにマッピングし、最後に④適宜、道路等の追加やノードによるテクスチャの調整を行うことで、都市モデルの作成を行った。また、作成において、歩道上・公開空地内の植栽・及びストリートファニチャーはモデルには取り入れていない。

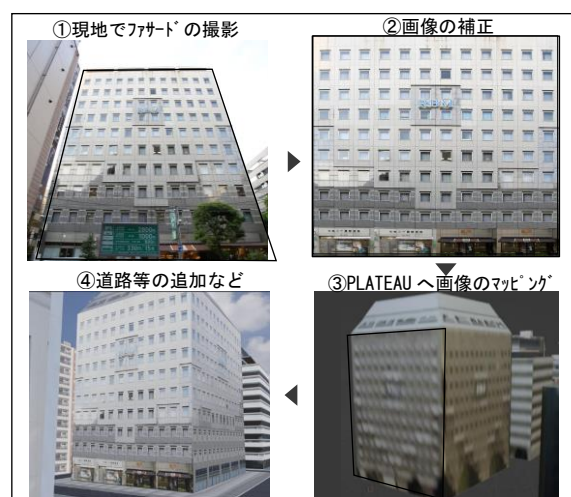


図 7 3D都市モデル作成フロー

5.3. 作成するモデルの種類

本研究では、総合設計制度による建築物から受ける圧迫感をVRにて評価するものであるが、そもそも当該敷地

において総合設計制度が適用されていない指定容積のボリュームからどの程度圧迫感を受けるのか把握する必要がある。そこで、現状の総合設計制度のモデルに加えて、当該敷地で、都市計画上の容積率・建蔽率によるモデルの作成を行った。したがって、VR による被験者実験を行うモデルは 13 事例で、それぞれ①総合設計制度によるモデル②指定容積に基づくモデルの 2 種類のモデルで行うため、合計 26 のモデルである。図 8～11 は実験を行うモデルの一部である。



図 8 サンティ銀座イースト
総合設計制度モデル



図 9 サンティ銀座イースト
指定容積率モデル



図 10 オーベル月島
総合設計制度モデル



図 11 オーベル月島
指定容積率モデル

5.4. 被験者実験における都市モデルの評価方法

本研究の被験者実験は筑波大学システム情報工学研究群の学生 10 人を対象とした。実験装置は 3DCG ソフト blender にて VR 環境を構築し、HMD として、Meta 社 Meta Quest2 を用いた。また、都市モデルの評価方法については、VR 環境内で都市モデルから受ける圧迫感を定量的に把握するため、評定尺度として「圧迫感がないある」を 7 段階で評価を行った。

被験者が評価を行う地点は評価を行う建築物の反対側の歩道上で建築物と正面で対峙した 0° 地点と、0° 地点と建築物による軸から 30°、45°、55° と角度をつけた地点で観測を行う。したがって、1 モデルに対して 4 地点、全体の 26 モデル 104 地点で圧迫感に関する評価を行う。

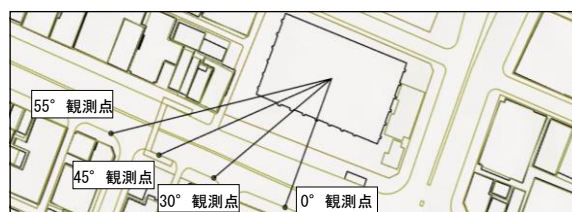


図 12 被験者実験における観測点

また、すべてのモデルにおいて、対象とする街路全体の景観の把握と VR 環境内での没入感を得るために、観測点での評価を行う前に、一度、道路の中心地点で 360° 周辺環境を見回してから、評価に入った。



図 13 0° 観測点



図 14 30° 観測点

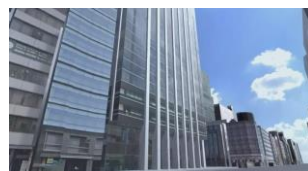


図 15 45° 観測点

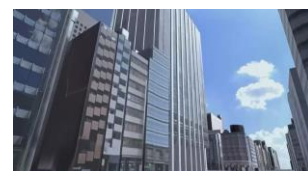


図 16 55° 観測点

6. VR による被験者実験

6.1. 形態率・立体確率と圧迫感評価の相関

形態率・立体角率は 4 項で算出したものに加えて、評価を行った、30° 観測点、45° 観測点、55° 観測点で、観測点と対応させて算出を行った。また、総合設計制度モデル、指定容積率モデル共に、対象となるモデル単体について算出したものと、対象となるモデルとその周辺の建築物を対象としたものの 2 パターンで算出を行った。相関分析の結果、対象建築物単体・対象建築物とその周辺建築物の両方が形態率・立体角率のいずれも高い相関を示した(表 2)。これらの結果は邊ら(2011)⁶⁻⁷⁾らの先行研究を追証する結果であり、VR 実験においても、圧迫感を説明する指標として形態率や立体角率が妥当であることが示された。したがって、総合設計制度の建築物においてもこれらの指標が高い説明力を有するため、これらの指標を軸として、圧迫感の定量的分析を次項以降で行う。

表 2 圧迫感と形態率・立体角率の相関

	対象建築物と周辺の建築物		対象建築物単体	
	形態率[%]	立体角[%]	形態率[%]	立体角[%]
「圧迫感がないある」(7段階)	0.79	0.75	0.82	0.77

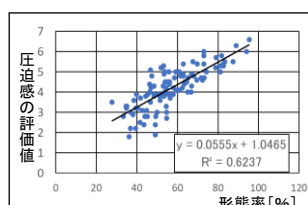


図 17 形態率(対象建築物単体)と圧迫感の相関

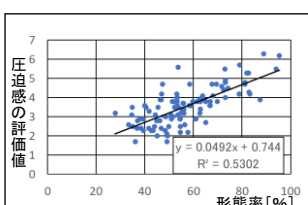


図 18 形態率(対象建築物単体と周辺建築物)と圧迫感の相関

6.2. 圧迫感と形態率・建築物までの距離

前項の圧迫感と形態率の相関に加えて、観測点から建築物までの距離を要因として組み込み、目的変数を圧迫感の評価値、説明変数を形態率・距離とする重回帰分析

を行った。その結果、決定係数が形態率のみの場合と比較して 10 ポイント上昇し($R^2=0.719$)、圧迫感は形態率と観測点から建築物までの距離で概ね説明できることが示された。また、形態率が同程度の場合は、建築物までの距離が近いほど圧迫感が大きくなった(図 19)。

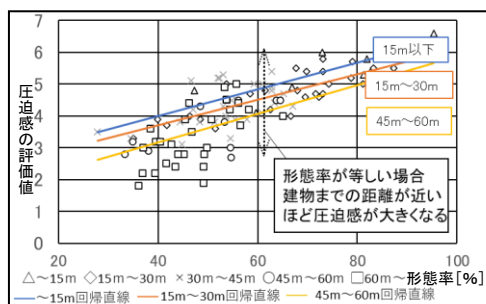


図 19 距離別の圧迫感と形態率の相関

6.3. 総合設計制度による獲得容積率と圧迫感に関する分析

図 20 は総合設計制度によって獲得した容積が街路景観に与える圧迫感をグラフ化したものである。本研究では 250%以上の容積を獲得した場合は、圧迫感が大きくなったが、250%以下では反対に圧迫感が抑えられた事例も見られたことから、総合設計制度によってより多くの容積を獲得しても、圧迫感が比例して増大するわけではないことが明らかとなった。すなわち、公開空地の面積や周辺環境を基に、圧迫感を抑えるような基準を設けることで、高容積を実現しながらも、良好な街路景観を形成することでできると推察される。

表 3 対象事例

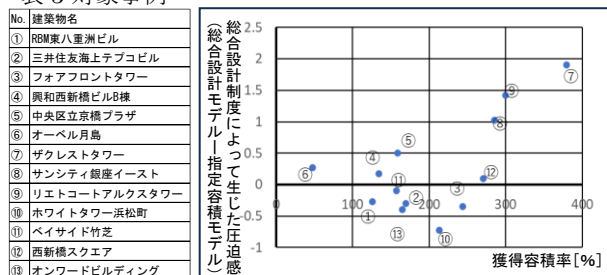


図 20 容積の獲得によって生じた圧迫感

6.4. 圧迫感と形態率・公開空地面積に関する考察

VR 実験での圧迫感の評価値を目的変数、形態率・前面公開空地面積を説明変数として、重回帰分析を行った結果、以下の予測式を得られた。

$$\phi = 0.073C - 0.00032K + 2.496 \quad \cdots (i)$$

φ: 圧迫感 C: 形態率
K: 前面公開空地面積

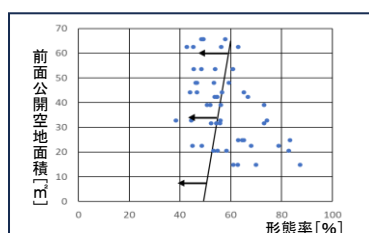


図 21 形態率に応じた公開空地の必要面積

(i) 式の圧迫感に評価値の中間的な評価である評価値 4

を代入し、形態率の大小に応じた前面公開空地の必要面積の算定を行った(図 21)。その結果、例えば、形態率が 60%の時は 99.6 ㎡以上の前面公開空地が必要であることが示された。しかし、前面公開空地をより大きく設けることで圧迫感を多少軽減できるものの、形態率の大小が圧迫感に与える影響と比較すると前面公開空地によるものは比較的小さいものであった。

7. まとめ

圧迫感と各指標との相関については形態率・立体角率が圧迫感と相関があり、加えて建築物から距離を加味することで、ほぼ圧迫感を説明することができることが示された($R^2=0.719$)。この結果は邊らの結果を追証するものであるが、VR 実験においても、これらの指標が圧迫感と対応していることが新たに明らかになった。また、総合設計制度により高層化しても必ずしも、圧迫感は増大しないことが明らかとなり、公開空地によって圧迫感が軽減されていることが推察された。最後に総合設計制度の建築物から受ける圧迫感の予測式を算定したが、そのほとんどが形態率によって説明できるものであり、公開空地の面積等は副次的なものであった。

【補注】

- 1) 形態率とは武井ら⁴⁾により「視点における水平面上への建築物の外形の投射率」と定義された。
- 2) LOD 2 は屋根や壁などが再現されたモデルである。

【参考文献】

- 1) 東京都都市整備局、「東京都総合設計制度許可実績一覧表」
- 2) 富田裕：総合設計をめぐる紛争と制度的解決に向けての考察、日本不動産学会誌、24 巻、4 号、pp.78-85、2011 年
- 3) 坂田、武井：セットバック空地が前面街区の開放感に及ぼす影響と空地の広さの下限設計指針に関する研究、日本建築学会講演梗概集、1992 巻、pp.413-414、1992 年
- 4) 武井・大原ら：圧迫感の計測に関する研究・2-物理尺度との対応について、日本建築学会論文報告集、262 号、pp103-pp113、1977 年
- 5) 武井・大原ら：圧迫感の計測に関する研究・3-建築物までの距離並びに建築物の色彩との関係、日本建築学会論文報告集、263 号、pp71-pp80、1977 年
- 6) 邊・吉澤ら：現場による圧迫感と開放感の評価指標の検討-都市空間における圧迫感と開放感に関する研究 その 1-、日本建築学会環境系論文集、75 巻、653 号、pp553-pp559、2010 年
- 7) 邊・吉澤ら：画像実験による圧迫感と開放感の評価指標の検討-都市空間における圧迫感と開放感に関する研究 その 2-、日本建築学会環境系論文集、76 巻、660 号、pp107-pp113、2011 年
- 8) 長岡ら：東京都総合設計制度によって生み出された公開空地の実態に関する研究、都市計画報告集、2 巻、1 号、pp35-pp39、2003 年
- 9) 高橋ら：社会状況及び東京都の住宅政策からみた総合設計制度の適用実績に関する研究、日本建築学会計画系論文集、88 巻、803 号、PP203-211、2023 年