画像実験による圧迫感と開放感の評価指標の検討

ー都市空間における圧迫感と開放感に関する研究 その2ー

A DISCUSSION ON EVALUATING INDICATORS OF THE SENSE OF PHYSICAL OPPRESSION
AND THE SENSE OF OPENNESS USING IMAGING EXPERIMENTS

ー A study on the sense of physical oppression and the sense of openness created in urban spaces Part 2ー

邊 敬 花*, 宗方 淳**, 吉澤 望***, 古賀 誉章****

平手 小太郎*****, 黄 泰 然*****

Kyeonghwa BYUN, Jun MUNAKATA, Nozomu YOSHIZAWA,
Takaaki KOGA, Kotaroh HIRATE and Taeyon HWANG

This is a study on identifying three indicators to evaluate the following senses of physical oppression and of openness in urban spaces—configuration factors, solid angles, and space quantity. These senses of physical oppression and openness were evaluated by students of architecture for images of 3DCG modeling streets in the Sangenjaya area of Tokyo's Setagaya ward. Heights of special buildings on 3DCG modeling images are changed and fixed images toward the special buildings and moving images showing the whole a street were evaluated. The images were analyzed using the relationship between the three indicators and the senses of physical oppression and of openness influenced by changes of buildings' height. The results show that first, three indicators show high correlation for evaluating those senses of physical oppression and of openness for both fixed and moving images. Second, as the spaces evaluated expand from part to whole, the correlation of solid angle are higher than the correlation of configuration factor and the result shows that solid angles connote the concept of space quantity. Therefore, the solid angle is suggested as the most reasonable indicator for evaluating the senses of physical oppression and of openness in urban spaces.

Keywords: *Imaging experiment, Sense of physical oppression, Sense of openness, Configuration factor, Solid angle, Space quantity*

画像実験, 圧迫感, 開放感, 立体角投射率, 立体角, 空間量

1. はじめに

本研究は、都市空間における圧迫感および開放感の定量的評価に関する研究として、都市空間における圧迫感および開放感に対応する評価指標を検討し、最終的にその基準値を提案することを目的としている。前報¹⁾では、圧迫感および開放感の評価指標として、立体角投射率、立体角、「 Σ [立体角 $\times$ 距離³⁾] (以下、空間量)」を取り上げ、東京都世田谷区三軒茶屋地域で、指定街路と評価者の自宅前街路を対象とし、地域住民と建築系学生による現場評価についての報告¹⁾を行った。その結果として、提案のあった3つの評価指標は都市空間における圧迫感と開放感を説明する指標として十分に妥当性があるとしている。

本報では、引き続き以上の3つの評価指標の検討のために行った画像評価の実験結果について報告する。本研究の評価対象地域の実際の街路における建物の高さを変化させた画像を用いた評価実験を行い、街並みおよび心理量の変化に注目した上で、固定視線方向と

街路空間全体における評価指標間の相関を比較・検討し、都市空間における圧迫感と開放感の定量的評価指標としての立体角投射率、立体角、空間量の中から、圧迫感と開放感を説明するための利用性が高い指標を提案することを目的とする。

2. 研究方法

2.1 実験対象と提示画像

評価対象地域^{注1)}から、低層、中層、高層地域の特性を示している街区から、建物の高さや道路幅員などのバリエーションを考慮して、画像作成の基本となる14個の街路^{注2)} (以下、基本街路とする) を選択した。この14個の基本街路の概要を表1に示す。三次元コンピュータグラフィックス化された評価対象地域において、GeoCity^{注3)}を利用し、14個の基本街路内のある一つの建物 (以下、特定建物とする) の高さを3水準 (現状、現状の2倍、現状の4倍) で変化させ、評価対象となる計42個の街路 (以下、評価街路とする) の画

* 韓国清州大学大学院建築工学科 BK Project Team
教授・博士 (工学)** 千葉大学大学院工学系研究科建築都市科学
准教授・博士 (工学)

*** 東京理科大学理工学部建築学科 准教授・博士 (工学)

**** 東京大学大学院工学系研究科 特任助教・博士 (工学)

***** 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻 教授・工博

***** 韓国三星建設技術研究センター
先任研究員・博士 (工学)

BK Project Team Prof., Dept. of Arch. Grad. Sch. of Eng., Cheongju Univ., Korea, Ph. D.

Assoc. Prof., Dept. of Arch. and Urban Sci., Grad. Sch. of Eng., Chiba Univ., Dr. Eng.

Assoc. Prof., Dept. of Arch. Faculty of Sci. and Tech., Tokyo Univ. of Sci., Dr. Eng.

Asst. Prof., Grad. Sch. of Eng., The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.

Prof., Dept. of Arch., Grad. Sch. of Eng., The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.

Senior Researcher, Technology Research Center, Samsung C&T Corporation, Ph. D.

表 1 評価街路の概要

基本街路		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
幅員 (m)		7.0	16.0	6.1	3.7	2.8	5.8	5.4	8.2	5.3	7.2	4.0	2.62	3.7	3.6
長さ (m)		160	80	145	140	142	125	110	90	260	141	50	64	82	110
総建物数		42	14	24	28	28	11	23	4	54	17	11	15	12	18
現状	建物の高さ	3 階	2 階	4 階	2 階	2 階	1 階	2 階	4 階	2 階	2 階	3 階	3 階	2 階	2 階
	総層数	119	33	61	57	61	28	56	29	199	46	29	33	29	37
	総高さ (m)	357	99	183	171	183	84	168	87	597	138	87	99	87	11
	D/H	1.65	4.53	1.60	1.21	0.86	1.52	1.48	0.75	0.96	1.78	1.02	0.8	1.0	1.18
特定建物の高さ	現状の 2 倍	6 階	4 階	8 階	4 階	4 階	2 階	4 階	8 階	4 階	4 階	6 階	6 階	4 階	4 階
	現状の 4 倍	12 階	8 階	12 階	8 階	8 階	4 階	8 階	12 階	8 階	8 階	12 階	12 階	8 階	8 階

- 1) $D/H = D / [\{ (\sum h) / 2 \} / n] = 2Dn / (\sum h)$
2) D＝道路幅員，n＝基本街路両側の総建物数，h＝建物の高さ
3) 特定建物の高さが 2 倍と 4 倍の場合は画像上の建物
4) 建物の高さ＝階数×3m

像^{注4)}を作成した。よって基本街路は特定建物の高さが現状のままの街路となり，42 個の評価街路の中に 14 個の基本街路が含まれることになる。高さを変化させる特定建物は，条件を統一するためにすべて道路の左側であるものに限り，街路の幅員，元の建物の高さなどを考慮して決定した。特定建物の高さや変化を表 1 に示す。

42個の評価街路の画像に対して，固定された視線方向から受ける印象と街路空間全体から受ける印象の2種類の評価を行った。固定視線方向から受ける印象評価の場合は，42個の評価街路を視線方向3水準（街路軸22.5°・街路軸45°・街路軸90°）にそれぞれ分類し，評価してもらった^{注5)}。この場合の固定画像は水平方向100°とした。この評価の場合，単体建物を評価する限りに，特定建物を指定した。

街路空間全体から受ける印象評価については，人が街路上を歩くように，評価街路の最初地点から最終地点まで画像を移動し，中心地点で一度360° 見回し映像を提示した。この評価の場合には，実験中被験者に特定建物の教示をしなかった。

2.2 実験装置

実験装置は東京大学工学部一号館の視環境実験室内に設置し，提示装置は最大4,000[ANSIlm]まで提示できる高輝度プロジェクター (NEC View-Light NP2000J) を導入して提示画面の解像度や色彩などの質を高めた。特に上方の視野角の確保を考慮し30° 傾斜型リアプロジェクションスクリーン (120inch) 方式を使用してCG画像による評価実験を行なった。スクリーンのサイズと視野角〔(水平方向100° ×鉛直方向84° (仰角72° +俯角12°))〕の関係を算定して，スクリーンと視点との距離は1,130mmとし，視点の高さは965mmとした。スクリーンの中心点の高さは床から1,530mmとした^{注6)}。

被験者は 20～30 代の建築系学生 40 人で，被験者を居住者と非居住者として想定した 20 人ずつの 2 つのグループに分けて評価実験を行った。「居住者を想定したグループ (以下，居住者グループとする)」には，実験を開始する前，被験者に自分がその評価街路の沿道に住んでいる居住者と仮定する旨の教示を行なった。一方「非居住者を想定したグループ (以下，非居住者グループとする)」には，実験の一般的な説明のみを行った。なお，実験の直前には各被験者は 10 分間の暗順応を行った。実験期間は 2009 年 3 月 23 日から 4 月 9 までである。

2.3 評定尺度

圧迫感と開放感を定量的に把握することを目的として，『圧迫感がある－ない (以下，「圧迫感」とする。ただし，図表中で評定尺度であることが明示されている場合には「」を省略する)』『圧迫感に不満がある－ない (以下，「圧迫感に不満」とする。同上)』『開放感がある－ない (以下，「開放感」とする。同上)』『開放感に不満がある－ない (以下，「開放感に不満」とする。同上)』の 4 つの評定尺度を用いた。それぞれ7段階とし，7，5，3，1段階目にそれぞれ「大いにある」，「少しある」，「ほとんどない」，「まったくない」と添え語を付置し，残りの段階には添え語を付けなかった。

評価の種別は，固定視線方向から受ける圧迫感および開放感においては単体建物，建物群，空間全体を対象とし，街路空間全体から受ける圧迫感および開放感においては建物群と空間全体を対象として評価した (表2)。

表2 実験に使用した評定尺度

評価の種別		評定尺度
①固定視線方向から受ける圧迫感と開放感	単体建物から受ける圧迫感	指定された建物のみから受ける印象について:「圧迫感」{以下，「(単体建物) 圧迫感」とする}，「圧迫感に不満」{以下，「(単体建物) 圧迫感に不満」とする}
	建物群から受ける圧迫感	今眺めている方向の建物群から受ける印象について:「圧迫感」{以下，「(建物群) 圧迫感」とする}，「圧迫感に不満」{以下，「(建物群) 圧迫感に不満」とする}
	空間全体から受ける開放感	今眺めている方向の空間全体から受ける印象について:「開放感」{以下，「(空間全体) 開放感」とする}，「開放感に不満」{以下，「(空間全体) 開放感に不満」とする}
②街路空間全体の圧迫感と開放感	建物群から受ける圧迫感	この街路で感じる建物全体から受ける印象について:「圧迫感」{以下，「(建物群) 圧迫感」とする}，「圧迫感に不満」{以下，「(建物群) 圧迫感に不満」とする}
	空間全体から受ける圧迫感	この街路で感じる空間全体から受ける印象について:「圧迫感」{以下，「(空間全体) 圧迫感」とする}，「圧迫感に不満」{以下，「(空間全体) 圧迫感に不満」とする}
	空間全体から受ける開放感	この街路で感じる空間全体から受ける印象について:「開放感」{以下，「(空間全体) 開放感」とする}，「開放感に不満」{以下，「(空間全体) 開放感に不満」とする}

- 1) ただし，図表中で評定尺度であることが明示されている場合には「」を省略する

2.4 評価指標の算出と計算

評価指標の計算には、前報¹⁾と同一のプログラムを用い同一の方法で行った。空間量の計算の場合は、天空までの距離（以下、天空までの主観的距離）を200m, 500m, 1,000m, 5,000m, 10,000mと設定して計算した。

評価指標値の計算の範囲においては、①固定視線方向から受ける印象評価の場合、水平方向100°（画像実験の視野と同じ）、鉛直方向90°を評価指標値の計算の範囲とした。計測位置は、視線方向の3水準による3地点^{注5)}とした。②街路空間全体から受ける印象評価の場合、視線方向を特定せず、水平方向360°、鉛直方向90°の範囲内で観測者を取り囲んでいる街路空間全体を評価指標値の計算の範囲とした。計測位置は対象道路の平面上の長さ方向と幅の中央とした。測定位置の視線高さは両者ともに153cmとした。

3. 街並みおよび心理量の絶対的变化に注目した評価指標の検討

3.1 居住者と非居住者と想定した2グループの比較

居住者と非居住者を想定した2グループの間の差を調べるため、各評定尺度の平均値によるt-検定を行った。その結果を表3に示す。

表3 居住者と非居住者と想定した2グループ平均値の差のt-検定の結果

評定尺度		t 値	自由度	有意水準	平均値の差	平均差の標準誤差
固定視線方向の評価	(単体建物) 圧迫感	-0.710	1678	0.4776	-0.06	0.08
	(単体建物) 圧迫感に不満	0.109	1678	0.9132	0.01	0.09
	(建物群) 圧迫感	-0.545	1678	0.5861	-0.04	0.07
	(建物群) 圧迫感に不満	0.778	1678	0.4364	0.06	0.08
	(空間全体) 開放感	-0.362	1678	0.7173	-0.03	0.07
	(空間全体) 開放感に不満	-0.717	1678	0.4738	-0.05	0.08
街路空間全体の評価	(建物群) 圧迫感	1.071	1678	0.2842	0.07	0.06
	(建物群) 圧迫感に不満	2.332	1678	0.0198*	0.17	0.08
	(空間全体) 圧迫感	0.163	1678	0.8707	0.01	0.07
	(空間全体) 圧迫感に不満	2.025	1678	0.0430*	0.14	0.07
	(空間全体) 開放感	-1.795	1678	0.0729	-0.11	0.06
	(空間全体) 開放感に不満	-0.564	1678	0.5728	-0.04	0.07

固定視線方向から受ける印象評価に関しては「居住者グループ」と「非居住者グループ」間に有意差が見られなかった。しかし、街路空間全体から受ける印象評価に関しては、「圧迫感」にはこの2つのグループの間に有意差は見られず、「(建物群)圧迫感に不満」と「(空間全体)圧迫感に不満」という「圧迫感に不満」の評定尺度では、有意差が見られた。本実験の場合、「非居住者グループ」の方が「居住者グループ」より圧迫感による不満を強く感じる事が分かった。

ただし前報¹⁾の指定街路における現場評価では、この2つのグループの間には差が見られなかった^{注7)}こと、今回の実験でも「圧迫感の不満」という限定された項目での差であったことを踏まえ、本報で

は、「居住者グループ」と「非居住者グループ」の2つのグループを分けず、学生被験者全体を対象として分析した。

3.2 心理量と評価指標の相関検討

(1) 固定視線方向における検討

固定視線方向から受ける印象の評価として42個の評価街路に関して心理量（本研究では、評定尺度により測定される感覚という意味で使用する）と立体角投射率、立体角、空間量とのそれぞれの相関を表4に示す。評価指標の中で、空間量については天空までの主観的距離別の相関係数を示す。

表4 固定視線方向における心理量と評価指標との相関

評定尺度	立体角投射率	立体角	空間量：天空までの主観的距離 (m)				
			200	500	1,000	5,000	10,000
(単体建物) 圧迫感	0.811	0.809	-0.803	-0.809	-0.809	-0.809	-0.809
(単体建物) 圧迫感に不満	0.830	0.825	-0.820	-0.825	-0.825	-0.825	-0.825
(建物群) 圧迫感	0.875	0.902	-0.901	-0.904	-0.904	-0.904	-0.904
(建物群) 圧迫感に不満	0.871	0.894	-0.890	-0.894	-0.894	-0.894	-0.894
(空間全体) 開放感	-0.828	-0.872	0.872	0.872	0.872	0.872	0.872
(空間全体) 開放感に不満	0.785	0.805	-0.802	-0.805	-0.805	-0.805	-0.805

その結果、まず、総じて心理量と評価指標の間には絶対値がすべて0.79以上となり、高い相関が見られた。単体建物を対象とした場合、すべての評価指標において、「圧迫感に不満」が「圧迫感」より強い相関が見られたが、建物群と空間全体を対象とした場合は、「圧迫感」と「開放感」の方がそれらに対する不満より高い相関を示した。

評価指標について、「(単体建物)圧迫感」と「(単体建物)圧迫感に不満」の場合、立体角投射率の方が高い相関が見られたが、それ以外の心理量では、立体角および空間量の方が高い相関を示した。

天空までの主観的距離については、すべての心理量で天空までの主観的距離が長くなるほど相関係数が大きくなっていた。また天空までの主観的距離500m以上になると、相関係数が一定化し、距離500mの場合の相関が、立体角の相関の絶対値とほぼ一致している前報¹⁾と同じ傾向を示していた。

固定視線方向の評価における立体角投射率・立体角と「圧迫感」・「開放感」の関係を図1、図2、図3に示す^{注8)}。

図1 (単体建物) 圧迫感と立体角投射率 (左)、立体角 (右)

図2 (建物群) 圧迫感と立体角投射率 (左), 立体角 (右)

図3 (空間全体) 開放感と立体角投射率 (左), 立体角 (右)

(2) 街路空間全体における検討

街路空間全体から受ける印象評価として 42 個の評価街路に関する心理量と立体角投射率, 立体角, 空間量とのそれぞれの相関を表 5 に示す。

表 5 街路空間全体における心理量と評価指標との相関

評定尺度	立体角 投射率	立体角	空間量：天空までの主観的距離 (m)				
			200	500	1,000	5,000	10,000
(建物群) 圧迫感	0.704	0.735	-0.738	-0.735	-0.735	-0.735	-0.735
(建物群) 圧迫感に不満	0.668	0.703	-0.706	-0.703	-0.703	-0.703	-0.703
(空間全体) 圧迫感	0.705	0.759	-0.765	-0.759	-0.759	-0.759	-0.759
(空間全体) 圧迫感に不満	0.667	0.720	-0.724	-0.720	-0.720	-0.720	-0.720
(空間全体) 開放感	-0.716	-0.786	0.794	0.787	0.786	0.786	0.786
(空間全体) 開放感に不満	0.618	0.671	-0.676	-0.671	-0.671	-0.671	-0.671

その結果, まず, 固定視線方向の評価と比べると, 相対的に低い相関となったが, 心理量と評価指標の間には相関が見られた。

評価指標の中では, すべての心理量において, 天空までの主観的距離が 200m の空間量の場合で高い相関が見られた。

「圧迫感」と「開放感」の場合, それらに対する不満より, すべての評価指標において, 高い相関が見られ, 固定視線方向の評価と異なる結果が示された。特に「開放感」の場合, 固定視線方向の評価と街路空間全体の評価の両者ともに「開放感」の場合は「開放感に不満」より, すべての評価指標において高い相関を示した。それは前報¹⁾の指定街路における評価と同じ結果を示した。

天空までの主観的距離について, すべての心理量において, 天空までの主観的距離が長くなるほど相関係数が小さくなり, 固定視線方向の評価との相反する結果となった。しかし天空までの主観的距離 500m 以上から, 相関係数がほぼ一致していることと, 天空までの主観的距離 500m 以上の場合の相関が, 立体角の相関係数の絶対値とほぼ一致している傾向は, 固定視線方向の評価と同じ結果であった。

街路空間全体の評価における「圧迫感」と「開放感」に関して立

体角と空間量 (天空までの主観的距離 200m) グラフを図 4, 図 5, 図 6 に示す。

図4 (建物群) 圧迫感と立体角 (左), 空間量 (右)

図5 (空間全体) 圧迫感と立体角 (左), 空間量 (右)

図6 (空間全体) 開放感と立体角 (左), 空間量 (右)

(3) 基本街路における検討

街路空間全体の評価において, 14 個の基本街路の画像実験の結果と同一の街路に対して行った現場評価 (前報¹⁾ の表 9) の結果と比較するため, 特定建物の高さを現状とした場合の 14 個の基本街路だけを取り出し, 心理量と評価指標との検討を行った。その結果を表 6 に示す。

表 6 街路空間全体の 14 個の基本街路における心理量と評価指標との相関

評定尺度	立体角 投射率	立体角	空間量：天空までの主観的距離 (m)				
			200	500	1,000	5,000	10,000
(建物群) 圧迫感	0.657	0.701	-0.701	-0.701	-0.701	-0.701	-0.701
(建物群) 圧迫感に不満	0.606	0.658	-0.662	-0.658	-0.658	-0.658	-0.658
(空間全体) 圧迫感	0.688	0.737	-0.744	-0.737	-0.737	-0.737	-0.737
(空間全体) 圧迫感に不満	0.658	0.717	-0.722	-0.717	-0.717	-0.717	-0.717
(空間全体) 開放感	-0.737	-0.791	0.804	0.792	0.791	0.791	0.791
(空間全体) 開放感に不満	0.561	0.616	-0.627	-0.616	-0.616	-0.616	-0.616

まず 14 個の基本街路について, 42 個の評価街路 (表 5) を比較すると, 心理量と評価指標の間には相関関係が示された。僅差ではあるが, 「(空間全体) 開放感」の場合は基本街路のほうが相関が高く, それ以外の心理量においては基本街路のほうが相関が低くなった。また評価指標でみた場合, 基本街路の結果は評価街路 (表 5) の結果と同じ傾向を示し, 天空までの主観的距離 200m の空間量の場合

に、高い相関が見られた。さらに固定視線方向の評価の場合、大きな差ではないが、「(単体建物) 圧迫感」と「(空間全体) 開放感」において、評価街路よりも基本街路での相関が高くなった^{注9)}。

つぎに 14 個の基本街路について、画像実験の結果と現場評価の結果を比較^{注10)} する。まず現場と同一な街路条件についての画像評価でも心理量と評価指標の間に相関が見られ、改めて指標としての妥当性があると考えた。また「(空間全体) 開放感」の場合、現場評価のほうが画像実験より相関が高かったが、その以外の心理量では画像評価のほうが相関が高かった。

3.3 都市空間における圧迫感と開放感の評価指標の提案

街並みの変化により発生した心理量と評価指標の絶対的变化に注目し、評価指標を検討した結果(表4、表5)をみると、固定視線方向と街路空間全体を対象とした評価の両者ともに、十分に大きな相関関係がみられた。これは、現場と同じ画像を評価した場合も、同様の結果が見られた(表6、付表1)。

固定視線方向で評価した場合、街路空間全体の評価より、高い相関関係がみられた。評価指標の中で、固定視線方向での評価の場合、心理量の種別によっては、立体角投射率、立体角、空間量の相関の高低関係に変化があったが、街路空間全体の場合は、すべての心理量において空間量で相関が高かった。

評価指標を形態要因と距離要因^{注11)}に分けて、形態要因である立体角投射率と立体角を比較すると、固定視線方向での単体建物から受ける「圧迫感」と「圧迫感に不満」については、立体角投射率で高い相関が見られたが、建物群と空間全体を対象とした場合は「圧迫感」と「開放感」、またはそれらに対する不満で、立体角の方がより高い相関を示した。また街路空間全体の評価においてもすべての心理量によって、立体角が立体角投射率の方より高い相関を示した。すなわち、評価対象の捉え方が固定的・部分的なものから総合的・全体的なものに広がっていくのに伴い、立体角が立体角投射率より指標としての優位性が高くなっていると判断しても差し支えないと思われる。それは黄らの研究²⁾と同じ結果となっている。

立体角に距離要因を組み込んだ空間量と比較すると、立体角または空間量の中で、一つの指標が必ずしも相関が高く出るわけではないことを示し、黄らの研究²⁾と同じ結果となった。特に、本実験の街路空間全体の評価において、天空までの主観的距離が 200m の場合で、すべての心理量において最も高い相関が見られた。すなわち、建築条件、評価の種別、心理量の種別によって、その優位性に変化があることが示された。

また空間量という指標は、天空までの主観的距離を無限大にすると計算ができず、そうすると空間量の指標は立体角の影響力だけに支配されることを意味する。すなわち、空間量は、天空までの主観的距離が一定距離以上になると、立体角と同様の傾向を示す指標となる。黄らの研究²⁾、前報¹⁾、本報の結果から見ると、その一定距離は概ね 500m となり、距離が 500m での相関係数が立体角での相関係数とほぼ一致する傾向が示された。よって圧迫感と開放感の評価指標として空間量を使用する場合には、天空までの主観的距離は 500m を限界距離として取り扱うことが合理的だと判断した。

黄らの研究²⁾の結果としては、指標の意味、実用面および容積という概念を総合的に検討した結果、「 Σ {立体角 $\times$ 距離³⁾」すなわち

空間量を圧迫感の評価指標として提案したが、本研究の結果、立体角は空間量の概念を包括する指標であり、立体角と空間量はおおむね同格の指標として使用できると考えた。

以上の結果から総合的に判断すると、より利用性が高い評価指標の順は、「立体角 $\geq$ 空間量 $>$ 立体角投射率」になると考え、本研究では、立体角を都市空間における圧迫感と開放感の評価指標として提案する。

4. 街並みの変化による立体角の変化量に注目した検討

ある街並みにおいて対象建物の変化についての感受性を検討することを目的とし、現状の街並みに対して新しい建物が出現した場合を想定し、その新しい建物の変化による評価指標としての立体角の変化量と街並みの変化に伴う心理量の変化量の関係について分析した。

まず街並みの変化については、表 1 における 14 個の同一基本街路における特定建物の高さの変化を対応させた。特定建物の高さの変化として現状と特定建物の高さ 2 倍(以下、高さ 2 倍とする)、高さ 2 倍と特定建物の高さ 4 倍(以下、高さ 4 倍とする)、現状と高さ 4 倍の 3 種類の組合せを考え、すべて前者が古い街並み、後者が新しい街並みとした。よって、分析のためのデータ数は 42 個となる。

つぎに街並みの変化に伴う心理量の変化量については、「圧迫感」「圧迫感に不満」「開放感」「開放感に不満」の 4 つの評定尺度において、「新しい街並みでの心理量－古い街並み建物での心理量」^{注12)}を計算した。

さらに街並みの変化に伴う立体角の変化量^{注12)}については、以下の 2 つを計算した。

① 立体角の差＝新しい街並みの立体角－古い街並みの立体角

② 立体角の比＝新しい街並みの立体角／古い街並みの立体角

(1) 「心理量の差」と「立体角の差」の検討

固定視線方向の評価と街路空間全体の評価において 42 個のデータに対して「心理量の差」と「立体角の差」の相関関係を検討した(表 7)。

表 7 心理量の差と立体角の差との相関

固定 視線 方向 での 評価	評定尺度	立体角 の差	街 路 空 間 全 体 で の 評 価	評定尺度	立体角 の差
	(単体建物) 圧迫感の差	0.409		(建物群) 圧迫感の差	0.581
	(単体建物) 圧迫 感に不満の差	0.434		(建物群) 圧迫 感に不満の差	0.533
	(建物群) 圧迫感の差	0.662		(空間全体) 圧迫感の差	0.404
	(建物群) 圧迫感 に不満の差	0.610		(空間全体) 圧迫 感に不満の差	0.576
	(空間全体) 開放感の差	-0.543		(空間全体) 開放感の差	-0.241
	(空間全体) 開放 感に不満の差	0.141		(空間全体) 開放 感に不満の差	0.364

固定視線方向の場合、建物群を対象とした「圧迫感」と「圧迫感に不満」、「(空間全体) 開放感」の場合に、相関が見られた。

街路空間全体の場合、「(建物群) 圧迫感と圧迫感に不満」と「(空間全体) 圧迫感に不満」の場合、相関が見られた。

いずれにしても、建物群を対象とした場合、固定視線方向と街路

空間全体における相関が見られた。

固定視線方向の評価における「心理量の差」と「立体角の差」グラフを図7、図8に示す。

図7 (単体建物) 圧迫感の差(左)と (単体建物) 圧迫感に不満の差(右)

図8 (建物群) 圧迫感の差(左)と (建物群) 圧迫感に不満の差(右)

街路空間全体の評価における「心理量の差」と「立体角の差」グラフを図9、図10に示す。

図9 (建物群) 圧迫感の差(左)と (建物群) 圧迫感に不満の差(右)

図10 (空間全体) 圧迫感の差(左)と (空間全体) 圧迫感に不満の差(右)

なお図表は省略するが、固定視線方向での評価と街路空間全体の評価における「心理量の差」と「立体角の比」との関係を検討した結果、「立体角の差」の方が「立体角の比」より、高い相関のものが多かった。

(2) 回帰直線による検討

次に(1)における回帰式のそれぞれについて回帰直線の傾きを検討した。街並みの変化に伴う心理量を「立体角の差」で説明しようとする場合のそれぞれの回帰直線の傾きを表8に示す。

現状と高さ2倍、および高さ2倍と高さ4倍とは、「高さが2倍になる関係」、現状と高さ4倍とは、「高さが4倍になる関係」にある。図1～図6などの結果から立体角と各心理量の関係が線型であると仮定すると、立体角の差に対する各心理量の差の比率は、「高さが2倍になる関係」でも、「高さが4倍になる関係」でも同じ値になる、すなわち立体角の差と各心理量の差の関係でみた場合には、回帰直線の傾きが1になることが期待される。

しかし表8の回帰直線の傾きをみると、「圧迫感」および「圧迫感に不満」については、固定視線方向の評価での数値は、単体建物すなわち特定建物については、2.64～3.27、建物群については、2.06

～2.63、街路空間全体の評価での数値は、建物群で1.99～2.02、空間全体については1.32～1.81といずれも1よりも大きい。これは、立体角と各心理量の関係の中で、同一街路の間で、立体角の差に対する各心理量の差の比率が、「高さが2倍になる関係」よりも「高さが4倍になる関係」のほうが大きくなることを表している。すなわち高さが4倍になるということは、物理指標の増加に相当する程度以上に「圧迫感」および「圧迫感に不満」を増加させる傾向があるということを示している。また「圧迫感」および「圧迫感に不満」をより増加させる傾向の強さとして、今回の実験では、固定視線方向の評価における単体建物、同建物群、街路空間全体の評価における建物群、同空間全体の順になることが示された。このことを実際の状況に当てはめてみると、ある街路に新たに高い建物が建てられる場合、高さの絶対値の影響だけではなく、現状に比べて高い建物が出現することによる反感を増幅させる効果が存在していることを示唆していると考えられる。

表 8 回帰直線における傾き

評定尺度		立体角の差
固定視線 方向の評価	(単体建物)圧迫感の差	3.2670
	(単体建物)圧迫感に不満の差	2.6366
	(建物群)圧迫感の差	2.6366
	(建物群)圧迫感に不満の差	2.0641
	(空間全体)開放感の差	-1.5102
	(空間全体)開放感に不満の差	0.3847
街路空間 全体の評価	(建物群)圧迫感の差	2.0170
	(建物群)圧迫感に不満の差	1.9945
	(空間全体)圧迫感の差	1.3215
	(空間全体)圧迫感に不満の差	1.8141
	(空間全体)開放感の差	-0.5822
	(空間全体)開放感に不満の差	1.0480

5. まとめ

本報では、都市空間における圧迫感と開放感の定量的評価指標としての立体角投射率、立体角、空間量の中から、圧迫感と開放感を説明するための利用性が高い指標を提案することを目的として、東京都世田谷区三軒茶屋地域における街路を画像化し、建築系学生による評価実験を行った。街並みおよび心理量の変化に注目した上で、本研究の評価対象地域の実際の街路における建物の高さを変化させた画像を用い、固定視線方向と街路空間全体に対して評価させた。

その結果、固定視線方向と街路空間全体の評価ともに3つの評価指標は相関が高く、指標としての妥当性を示した。指標の中では、評価対象の捉え方が固定的・部分的なものから総合的・全体的なものに広がっていくのに伴い、立体角が立体角投射率より高い相関を示した。また立体角は空間量の概念を包括するため、立体角が他のものと比べ利用性が高いと判断し、立体角を都市空間における圧迫感と開放感の評価指標として提案した。

なお建物の高さの変化に伴う街並みの変化に注目し検討した結果、評価指標の増加に相当する程度以上に「圧迫感」および「圧迫感に不満」を増加させる傾向、言い換えれば高い建物が出現することによる反感を増幅させる効果が存在していることを示唆している。

次報では、都市空間における圧迫感と開放感の評価指標として提案した立体角を用い、圧迫感の許容限界と開放感の確保限界に関する基準値を提案する予定である。

謝辞

本研究は、平成18～20年度科学研究費補助金基盤研究(B)「圧迫感および開放性をもとにした都市建築の動的形態規制手法に関する研究」(研究代表者：平手小太郎)によりその一部を遂行した。

また本研究を遂行するにあたり、国土交通省国土技術政策総合研究所(当時)の石井儀光氏、勝又済氏に貴重な御助言を頂きました。ここに記して謝意を表します。

注

- 注1) 評価対象地域は、東京都世田谷区三軒茶屋地域で、国道246号線沿いで三軒茶屋駅から南東約1kmにある地域である。前報¹⁾で地図を掲載したため、本報では省略した。
- 注2) 評価街路は、本研究で行った現場評価¹⁾における9つの指定街路と5つの自宅前街路とし、前報¹⁾の指定+共通街路を意味する。本報の表1において、基本街路1～9が指定街路、10～14が自宅前街路となる。
- 注3) (株)ピープルメディアによる三次元GISソフトウェア¹¹⁾で、3次元表示にはOpenGLが利用されている。本研究では、評価対象地域について、東京都土地利用現況調査(平成13年度)による道路、各建物の屋根伏形状、各建物の階数などのGISデータから当該地域のモデリング(建物高さについては、階数×階高標準値(3m)により推定している)を行い、道路面、各建物の壁面(壁面パターン7種類)、屋根面(屋根面パターン3種類(陸屋根、切妻、寄棟))などGeoCity内でサポートしているテクスチャを適宜マッピングすることで三次元コンピューターグラフィックスを作成している。塀、街路樹、電柱、看板などは作り込んでいない。背景となる天空については雲を含む青空を模しているが、レンダリングでは特別な照明計算は行っていない。なお実地情報を使用すると部分的に錯視が発生する場合があることから、地盤は水平面としている(付図1)。
- 注4) GeoCityの中で特定建物の高さのみを変化させた画像を作成した。建物の壁面は現状のパターン(すべて窓を有している壁面)を積層する形式で構成し、敷地境界などは変化させていない(付図1)。

付図1 本実験で利用した画像[特定建物の高さが現状(左)と現状の4倍(右)]

- 注5) 指定された建物の中心点と敷地境界線から離れた線が22.5°・45°・90°と交わる点を評価地点とし、その地点から街路軸、街路軸45°、街路軸90°を眺めた評価を行う。ただし、街路幅員が3m以下になる場合は、その街路の中心線を基準とする(付図2)。
- 注6) 30°傾斜型スクリーンを用いた画像評価の概念図は黄らの研究²⁾に掲載したため、本報では省略した。
- 注7) 本実験で有意差が見られなかった固定視線方向の評価において、学生被験者を対象とした黄らの画像評価²⁾では、この2つのグループの間に差が見られた。しかし、本研究で差が見られた街路空間全体の評価においては、黄らの研究²⁾では、この2つグループの間に差が見られなかった。また差が見られた街路空間全体において、本研究では「非居住者グループ」の方が「居住者グループ」より圧迫感による不満を強く感じたが、黄らの研究²⁾では「居住者

付図2 特定建物の評価地

グループ」が「圧迫感」及び「圧迫感に不満」をより強く感じる結果が取られ得た。すなわち、評価の種類とグループによって、本研究と黄らの研究²⁾では相反する結果が得られた。前報¹⁾の指定街路における現場評価でこの2つのグループの間には差が見られなかったことなどから考えると、教示によりグループに分けて分析するような場合には慎重な検討が必要であると考えられる。

注8) 空間量の図は、天空までの主観的距離500mの場合から立体角の相関の絶対値とほぼ一致していたため、ここでは省略する。

注9) 固定視線方向の14つの現状街路における心理量と評価指標との相関係数(付表1)

付表1 固定視線方向の14個の基本街路における心理量と評価指標との相関係数

評価尺度	立体角 投射率	立体角	空間量：天空までの主観的距離 (m)				
			200	500	1,000	5,000	10,000
(単体建物) 圧迫感	0.852	0.835	-0.831	-0.834	-0.835	-0.835	-0.835
(単体建物) 圧迫感に不満	0.833	0.822	-0.818	-0.822	-0.822	-0.822	-0.822
(建物群) 圧迫感	0.896	0.898	-0.892	-0.897	-0.897	-0.898	-0.898
(建物群) 圧迫感に不満	0.869	0.872	-0.865	-0.871	-0.872	-0.872	-0.872
(空間全体) 開放感	-0.878	-0.901	0.897	0.901	0.901	0.901	0.901
(空間全体) 開放感に不満	0.785	0.771	-0.763	-0.771	-0.771	-0.771	-0.771

- 注10) 現場評価においては、「(建物群) 圧迫感」と「(建物群) 圧迫感に不満」についての評価を行っていない。
- 注11) 黄らの研究²⁾では、評価指標を形態要因である立体角投射率と立体角で、距離要因ではその形態要因に距離を組み込んだ評価指標群を検討した。
- 注12) 心理量の差と立体角の変化量(差と比)の計算方法(付表2)

付表2 心理量の差と立体角の変化量(差と比)の計算方法

データの 数	心理量の差	立体角の差	立体角の比
14	高さ2倍での評定値 －現状での評定値	高さ2倍での測定値 －現状での測定値	高さ2倍での測定値／ 現状での測定値
14	高さ4倍での評定値 －高さ2倍での評定値	高さ4倍での測定値 －高さ2倍での測定値	高さ4倍での測定値／ 高さ2倍での測定値
14	高さ4倍での評定値 －現状での評定値	高さ4倍での測定値 －現状での測定値	高さ4倍での測定値／ 現状での測定値

参考文献

- 1) 邊敬花, 吉澤望, 宗方淳, 古賀誉章, 平手小太郎: 現場評価による圧迫感と開放感の評価指標の検討ー都市空間における圧迫感と開放感に関する研究その1ー, 日本建築学会環境系論文集, No. 653, pp. 553-559, 2010. 7
- 2) 黄泰然, 邊敬花, 吉澤望, 宗方淳, 平手小太郎: 都市空間における圧迫感の評価指標に関する実験的研究, 日本建築学会環境系論文集, No. 640, pp. 659-666, 2009. 6
- 3) 武井正昭, 大原昌樹: 圧迫感の計測に関する研究 1 - 圧迫感の意味と実験装置 -, 日本建築学会論文報告集, No. 261, pp. 105-114, 1977. 11
- 4) 武井正昭, 大原昌樹: 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, No. 262, pp. 103-113, 1977. 12
- 5) 武井正昭, 大原昌樹: 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, No. 263, pp. 71-80, 1978. 1
- 6) 武井正昭, 大原昌樹: 圧迫感の計測に関する研究 4 - 許容値の設定並びに日影との対照 -, 日本建築学会論文報告集, No. 310, pp. 98-106, 1981. 12
- 7) 小木曾定彰: 住まいと都市の環境論, p. 110, 新建築社, 1979. 9
- 8) 宗方 淳, 吉澤 望, 小島 隆矢, 豊原 寛明, 石井 儀光, 勝又 済, 平手 小太郎: 地域性を考慮した都市街路空間の圧迫感と開放感の要因に関する研究, 日本建築学会環境系論文集, No. 627, pp. 687-693. 2008. 5
- 9) 邊敬花, 吉澤望, 宗方淳, 古賀誉章, 平手小太郎: 評価構造図を用いた自宅前街路における圧迫感と開放感の要因に関する研究, 日本建築学会環境系論文集, No. 642, pp. 915-921, 2009. 8
- 10) 黄泰然, 吉澤望, 宗方淳, 平手小太郎: 都市空間における一棟及び多棟建物から受ける圧迫感に関する研究 - 物理指標の対応について -, 日本建築学会環境系論文集, No. 616, pp. 25-30, 2007. 6
- 11) 坂田京平, 佐々木大, 荒木俊輔, 碓崎賢一: 三次元都市計画支援システムのための高速表示方式, 情報処理学会研究報告CG-117, pp. 49-54, 2004

(2010年4月9日原稿受理, 2010年10月26日採用決定)