

第4章 視覚的環境

(1) 研究の成果目標

研究の成果目標は、市街地において建築される建物の形態が与える視覚的な圧迫感の防止と開放感の確保に関する性能基準・評価方法の開発とした。建築物や街並みが人々の心理に与える影響の視点は、明示的には建築基準法の形態規制には含まれていないが、いわゆる「建築紛争」については、各地で紛争予防条例が制定されており、実際に建築行政の一環として取り組まれている。こうした行政実務に対応して、定量的な評価と判断の規範を示し得る方法を開発することが、大きな目標である。

(2) 目標とする性能

ここでの性能は、市街地の良好な環境を保持するという原点に立ち返って、快適性の反対語が「不快」であることなどを考慮し、建築物の形態に求められる最低限の性能として、周囲の住民等第三者に対して著しい不快感を与えないことが基本となる。また、市街地に関する視覚的な不快感には圧迫感のほか違和感や美醜に係る感覚など様々な感覚が考え得るが、ここでは、圧迫感の防止、およびこれと対になるアプローチとして開放感の阻害の防止を、性能項目の目的と想定した。

検討の結果、建築物に求められる性能の機能的な要求は、「市街地の街路において、特定の建築物の形態が、大多数の人に対して、圧迫感（または開放感の阻害）による著しい不快感を与えないこと」とした。

(3) 必要な性能レベル

視覚による感じ方は個人によって異なるが、大多数の者が普遍的に不快感（不満）を覚えるか、もしくは相当数の者が著しい不快感（不満）を継続的に覚える場合については、社会的に許容しがたいニューサンスがあると認め得るものと考えられる。この水準が、建築物の形態による圧迫感等に関する最低基準となる。

この場合、視覚による人の感じ方は「心理量」であるが、建築物の形態に関する性能基準とするには、これを相関する物理指標に置き換えることが必要である。

(4) 研究の方法と手順

この研究は、街路上という視点において、建築物又は建築物群による風景又は風景の変化が、視覚を通して人々に共通的に及ぼす心理的影響を探ろうとするものである。このため、研究の方法は、統計的分析において有意な人数に対する被験者実験とした。

実験の方法は、現場において建物又は街並みの現物を被験者が見て回答する方法（現場評価実験）と、同じ場所のVR画像を被験者が見て回答する方法（画像評価実験）とを組み合わせを行った。本研究における両者の位置づけは、主は画像評価実験であり、現場評価実験は画像評価実験の結果の確からしさを検証するための補完的役割とした。これは、実際の市街地において眼に映る風景には建築物の形態以外の雑多な要素が含まれており、他の要素を取

り除いて建築物の形態の影響に特化して観察するには、VR 画像の利用が不可欠なためである。また、道路幅員を変化させたり建物高さを変化させたりして圧迫感や開放感の違いを分析することは、現場評価では困難であり、VR 画像を用いることが効率的である。一方、圧迫感や開放感について、建築物の形態の影響が他の要素に比して実市街地において有意に働くかを検証するには、現場評価実験は欠かせないものである。

VR 実験装置は、東京大学平手研究室が新たに開発した画像提示装置（120インチ傾斜型リアプロジェクションスクリーン）を用いた（図4-1）。この提示装置のスクリーンの特徴は、スクリーンに傾斜を掛けてあって投影する映像もその傾斜を前提としたあおり角を加えていることと、提示画像の建物が被験者の眼球に映り込む面積が現実の市街地において被験者の眼球に映り込む面積と同一となるように被験者とスクリーンの位置、提示画像を調整してあることにより、より広い仰角方向の視野と没入感が得られることにある。なお、水平視野角は100度とし、人間の安定注視野をカバーできる視野角を確保している。

提示する市街地の VR 画像は、既存のソフトウェアをベースにして本研究で開発したソフトを用いており、東京大学の傾斜型スクリーンで適切に画像を表示できるようにした。

被験者は固定された椅子に座り、提示される市街地の画像（静止画および動画）をみてその都度設問に答えるという形式で実験を行った（図4-2および4-3）。

被験者に対する設問は、各実験によって若干異なるが、基本的には7段階の評定尺度法評価によって①圧迫感を感じるかどうか（対照的に開放感を感じるかどうか）、②圧迫感を感じる場合、それが不満かどうか（または開放感に不満かどうか）、といった内容が分析できるよう各実験に共通的に設定した。

研究の手順は、【実験1】「一棟の建物」を対象とした実験、【実験2】特徴の異なる複数の市街地の視点における「街並み空間」を対象とした実験、【実験3】特定の建築物の形態を変化させた場合における「街並みの変化」を対象とした実験、の3段階で行った。

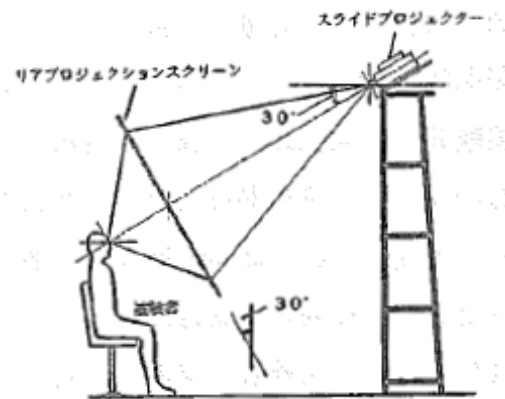


図4-1 実験装置のイメージ



図4-2 被験者側から見たスクリーン



図4-3 背面から見たスクリーン

(5) 「一棟の建物」による圧迫感

一棟の建物が与える圧迫感について、圧迫感（心理量）と建物の形態（物理量）との関係を知るため、現場評価実験を実施した。実験は東京大学構内で実施した。被験者は20～30歳代の建築系の学生26名であった。圧迫感については、「大いにある」から「全くない」までの7段階の評定尺度法で回答を求めた。

建物の及ぼす圧迫感には、建物の形態率（建物外壁面の水平面立体角投射率）（図4-4）が関係していることが従来から知られている¹⁾。これを踏まえて圧迫感と形態率との関係を分析したところ、形態率が高くなると圧迫感も高くなる傾向が確認された。

しかしながら、さらに分析を進めたところ、縦長の建物と横長の建物では圧迫感の感じ方に差があり、同じ形態率であっても縦長の建物の方が圧迫感が高くなる傾向が見出された（図4-5）。そこで、圧迫感を被説明変数、形態率の対数値及びアスペクト比の対数値を説明変数とする重回帰分析を行なった結果、圧迫感を形態率のみで回帰した場合の決定係数が0.56であったのに対して、決定係数が0.95と飛躍的に向上した（図4-6）。以上のことから、一棟の建物が与える圧迫感については、形態率に加えて建物の縦横比の影響があることが明らかとなった。

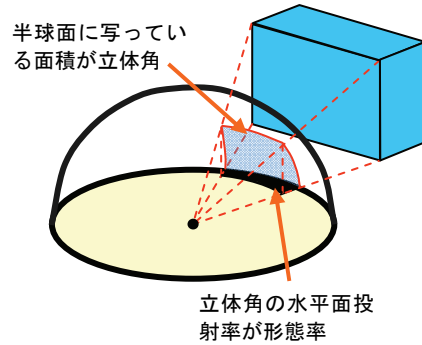


図4-4 形態率のイメージ

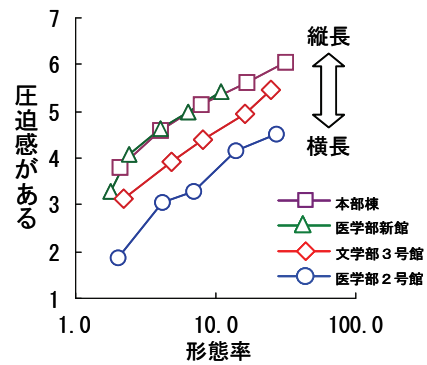


図4-5 形態率と圧迫感

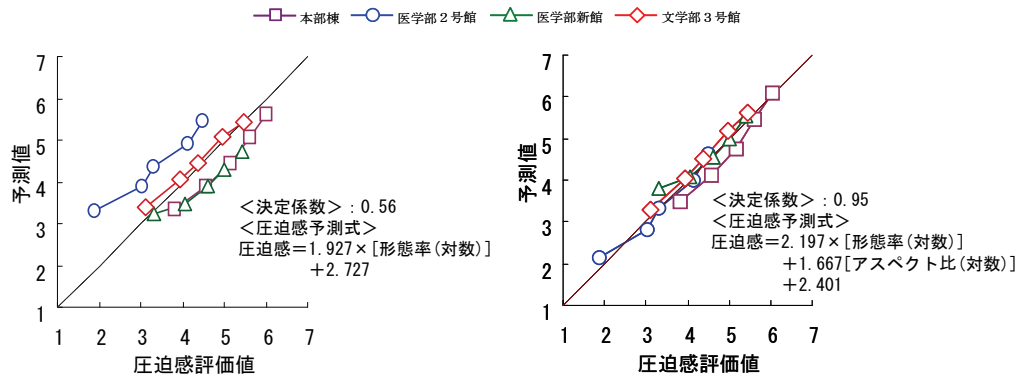


図4-6 圧迫感の予測値と評価値との関係

(6) 「街並み空間」の圧迫感・開放感

次に、対象を街並み空間に拡大して「開放感」及び「開放感に対する不満」（心理量）と街

並み空間に関する物理量との関係を調べるため、VR 実験装置による画像評価実験を実施した。被験者数は 40 名、各被験者につき 36 種類の画像を評価してもらった。VR 実験装置は、前述の東京大学の 120 インチ傾斜型スクリーンを用いた。被験者が実大スケールで市街地を認識できるように提示画像を調整し、実空間に極めて近い感覚で仮想空間の市街地内を高さ方向の広い視野を保ちつつ見回すことが可能となるようにした。対象市街地は、東京都世田谷区三軒茶屋周辺地区としたが、ここを選定した理由は、街路の幅員と建築物の規模等が同一地区内においてバラエティに富んでいるため、多様な形態の街並み空間が存在するためである。

実験の対象とした街並みは、大きく分けて低層、中層、高層の 3 つの街並み（図 4-7、4-8）とし、道路幅員については標準に加え、1/2 倍、2 倍と変化させて計 3 パターンの道路幅員を用意した。また、視線の方向については、街並み全体の評価であることから 360 度見回す動画を提示し、それに加えて①道路と並行、②道路に対して 45 度、③道路に対して 90 度に視線を固定した画像も提示した。設問は、「開放感がある」と「開放感に不満がある」について、「大いにある」から「全くない」まで評定尺度法の 7 段階評価で回答を得た。

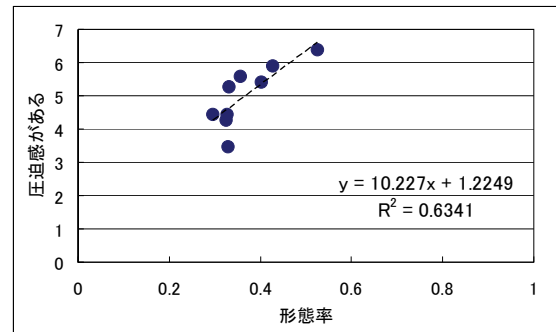
街並み空間の圧迫感について、一棟建物の場合と同様に形態率との関係を見たところ、形態率が小さくなると圧迫感が小さくなるという全体的な傾向は掴めるものの、形態率が 0.3 の辺りで圧迫感のばらつきが大きくなってしまおうという問題点があった（決定係数 0.63、図 4-9 a）。そこで、形態率に替わる物理指標を検討したところ、視対象となる建物の立体角にその建物までの距離で重みをつけた値（これを「可視空間量」とする）と圧迫感の相関が高いことが分かった（決定係数 0.71、図 4-9 b）。



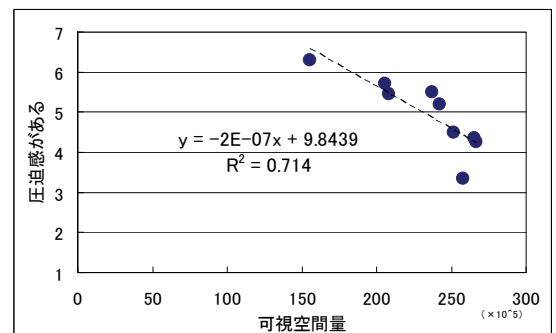
図 4-7 中層住宅地の例



図 4-8 高層住宅地の例



a) 形態率と圧迫感



b) 可視空間量と圧迫感

図 4-9 圧迫感と物理指標

<可視空間量の定義>単位半球面の原点 O から水平角 i 、仰角 j 方向にある視対象が単位半球面上に投影する立体角を微少面 Δ_{ij} に分割し、 O から微少面 Δ_{ij} を通過した視対象までの距離を d_{ij} とおく。微少面 Δ_{ij} の面積を δ_{ij} 、とおくと、可視空間量は、次のように定義される。

$$\text{可視空間量} = \sum_{i=0}^{2\pi} \sum_{j=0}^{\pi/2} \delta_{ij} \times d_{ij}^3、$$

$$\text{ただし、} \sum_{i=0}^{2\pi} \sum_{j=0}^{\pi/2} \delta_{ij} = 2\pi \text{ とする。}$$

なお、視対象が空である場合には、距離 d_{ij} が計測できないため、別途定める距離の最大値（打ち切り距離、図 4-9 では 200m とした）で代替することとする。

可視空間量の定義に関連して、視対象までの距離による重みを距離の 3 乗としたことについては、 $(1/3) \times \delta_{ij} \times d_{ij}^3$ が原点 O を頂点として高さ d_{ij} 、底面積 $\delta_{ij} \times d_{ij}^2$ の錐の体積を表すことから、視点と視対象との間にひろがる空間の体積を表していると考えられるためである。

街並み空間の開放感についても、圧迫感と同様であり天空率（= 1 - 形態率）との相関（決定係数 0.61）に比べて、可視空間量との相関が高い（決定係数 0.81）ことが分かった。

ただし、可視空間量の定義については、まだ検討途上であり、今後修正する可能性がある。特に、視対象までの距離の最大値の設定方法については、今後検討を重ねて慎重に設定する必要がある。

（7） 「街並みの変化」による圧迫感の変化

次に、上記の VR 実験の延長として、VR の街並み空間において、①道路の幅員、および②特定の一棟の建物の高さ（階数）、を変化させた場合の圧迫感の変化をみる実験を行った。道路幅員は 1/2 倍、1 倍（現況）、2 倍の 3 通り、建物の高さは、1 倍（現況）、2 倍、4 倍の 3 通りで、両者を組み合わせて計 9 通りのパターンとした。さらに、視線方向については①道路と並行、②道路と 45 度、③道路と 90 度の 3 パターンとした。また、低層と中層の 2 タイプの住宅地を対象とした。このようにして、合計 54 パターンの画像を被験者に提示して（図 4-10）、特定の建物の圧迫感や視線方向の空間全体の圧迫感や開放感について、7 段階評価の評定尺度法により、回答を求めた。なお、画像の提示順序については、道路幅員の変化、建物高さの変化、等が増加方向のみや減少方向のみに偏らないよう、複数の提示パターンを用いる工夫を行った。

その結果、建物の高さが高くなるにつれ、特定の建物に対する圧迫感とともに圧迫感に対する不満が高まり、被験者の評価値の平均が 7 段階評価で 6 を上回る「著しい」不満の水準に達する場合が生ずることが確認された（表 4-1、中層住宅地、視線方向 45 度の場合）。

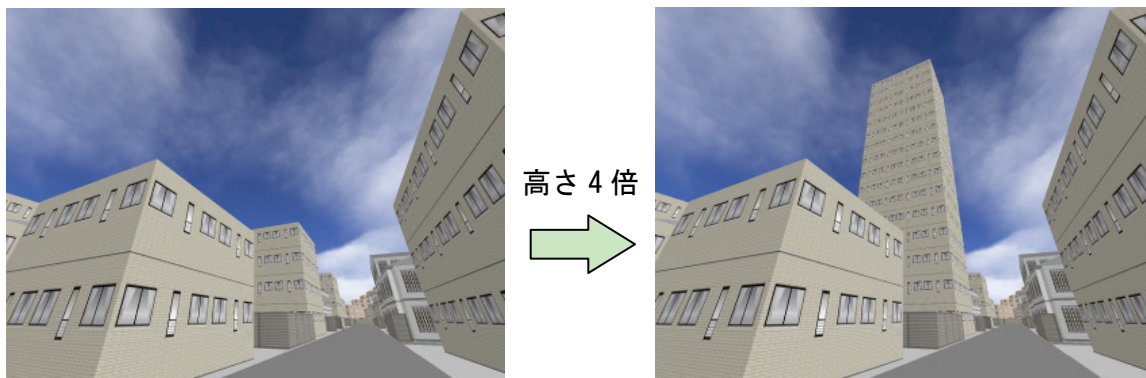


図 4-10 街並みの変化の例

表 4-1 建物の高さ・道路幅員の変化による圧迫感・圧迫感への不満の変化

(単位：1～7の7段階評価の平均値)

道路幅員		特定の建物の高さ		
		現状	2倍	4倍
12m	圧迫感がある	3.90	5.48	6.25
	圧迫感に不満がある	3.65	4.90	5.63
6m	圧迫感がある	4.75	5.95	6.73
	圧迫感に不満がある	4.38	5.60	6.25
3m	圧迫感がある	5.53	6.60	6.78
	圧迫感に不満がある	5.25	6.15	6.58

※サンプル数 40

以上のことから、道路幅員や建物の高さが開放感や圧迫感、およびそれらに対する不満に影響していることが確認された。また、特定の建物の高さの変化（即ち建て替えの場合）において、高さが市街地の現状から突出するように高くなる場合、圧迫感に対する不満が著しいと感じる値を多くの人が示すことが認められた。

なお、圧迫感や圧迫感に対する不満と物理指標の相関についても検討したが、今回の実験だけでは有効な結果が得られなかった。先ほどの（6）の実験と違い、空間全体を見回さずに視線方向を固定した画像を提示しているため、形態率については水平視野角を 100 度に限定した値を用いて回帰分析を行ったところ決定係数は 0.52 であった。可視空間量についても水平視野角を 100 度に限定した可視空間量を用いて回帰分析を行ったところ、決定係数は 0.54 であった。他にも可視空間量の定義式を変更したいくつかの物理指標を用いて回帰分析を行ったが、十分な説明力のある物理指標は得られなかった。視線方向を限定したり、道路幅員を限定したりすることによって高い相関を示す場合があることが確認されているものの、それらを限定すると今回の実験ではサンプル数が少なすぎるため、今後更に実験を積み重ねながら、継続的に検討を行う必要がある。

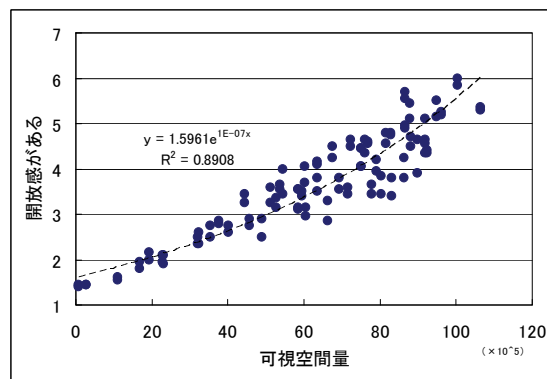


図 4-11 可視空間量と開放感

なお、一棟の建物を変化させた場合の圧迫感については相関の高い物理指標を見出すことが出来なかったが、開放感については物理指標と高い相関を示している。例えば、水平視野角を100度に限定した形態率を用いた回帰分析では決定係数が0.89であり、可視空間量を用いた回帰分析でも、決定係数0.89と高い相関を示しており（図4-11）、街並み空間における開放感を代替する物理指標として、水平視野角を限定した形態率や可視空間量が有望であることが分かった。

（8）研究成果

一棟の建物を対象とした被験者実験では、既往研究で提唱されていた形態率と圧迫感の相関が改めて確認されたが、さらに新たな知見として、同じ形態率であれば縦長の（即ち高さが高い）建物の方が圧迫感が強くなることが明らかになった。

次に、多くの建物で構成される「街並み空間」について、圧迫感・開放感という心理量に相関する物理的指標を見出すことについては、新開発の傾斜型スクリーンと画像提示ソフトウェアからなるシステムを用い、被験者がより高い没入感を得られる環境で画像評価実験を行った。その結果、建物の立体角に各建物までの距離の重みをつけた「可視空間量」が、定量的な評価を行う上で有効な物理指標となり得る可能性が見出された。

また、市街地で一棟の建物が建て替えられる場合において、その建物の高さが周囲よりも突出して高くなると、圧迫感のレベルが上昇するとともに、圧迫感に対する「不満」が著しく増大することが示された。今回の実験の中では、被験者のうち85%が「大いに圧迫感に不満がある」と評価するような著しい不満を与える場合も確認された。

これらの成果は、今後、建築行政における紛争予防・調停において実用的に活用されることを視野に、開発した手法を様々なケースで行って実験データを積み重ねていくことの必要性和有効性を示唆している。

参考文献

- 1) 武井正昭・大原昌樹（1977）、「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
- 2) 黄泰然・吉澤望・宗方淳・平手小太郎（2007）、「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

