

物理法則に基づく認知による圧迫感形成 ～重さ感による試行的検証～

西尾春人¹・平野勝也²

¹学生会員 東北大学大学院工学研究科土木工学専攻 博士課程前期2年
(〒980-0845 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉468-1, E-mail:haruhito.nishio.r2@dc.tohoku.ac.jp)

²正会員 博士(工学) 東北大学 災害科学国際研究所
(〒980-0845 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉468-1, E-mail:hirano@plan.civil.tohoku.ac.jp)

建物外観から受ける圧迫感について、従来の研究では大きさや建物までの距離等に基づくものしか行われてこなかった。本研究では認知分野の研究結果を踏まえ、人間が視覚情報から自らの経験・獲得している物理法則を働かせ、その推定結果から印象評価を行なっているという観点に着目し、圧迫感形成には視覚から得た建物の重さ感を基とした推定結果が起因しているという仮説を検証した。その結果、重さ感が大きいほど圧迫感が増大する傾向が見られ、圧迫感形成には仮説のようなプロセスが踏まれていることが考察された。

キーワード: 圧迫感, 経験・物理的法則, 重さ感

1. はじめに

(1) 背景

高度経済成長期以降、建築物の存在がその周辺の居住環境を悪化させる事例は、日照障害、採光不良、風害、電波障害、騒音、プライバシー侵害、圧迫感等さまざまなものがあることが知られている。その中でも圧迫感については、大規模建築物の周辺居住者が「圧迫感が大きくて不快である」と訴える例は数多く^{注1)}あり、日常生活に及ぼす影響も大きく、長年、建築、環境学分野で取り組まれてきた。

一方、認知科学の分野では、Lacquanitiら¹⁾²⁾が、異なる高さにおけるボールキャッチングを通して、高さの変化における衝突時刻とキャッチング開始時刻との差は現れず一定であることを発見しており、これらの実験結果を脳の計算論的な概念に基づき、人間は落下する物体の瞬間速度と加速度を入力パラメータとする内部モデルを用いて物体との接触時刻 (Time-to-Contact : 以後 TTC) 推定を行なっていると解析している。さらに洪ら³⁾は、物体の落下する加速度を変化させて TTC を調査し、重力加速度環境ではキャッチング開始時刻が一定であり正しく行われていた一方、他の加速度環境では正しく接触タイミングが予測できず各加速度で誤差が生じている結果を得た。しかしながら、試行回数が増えるにつれて接触タイミングが変化し新たな加速度環境を学習している傾向が見られ、人間は既に獲得している重力加速度モデ

ルを用いて物体との接触タイミングを推定していると結論づけている。

本研究では、建物による圧迫感においても、このような認知科学の研究成果を踏まえた上で、その形成過程に着目する。

(2) 本研究における仮説・目的

圧迫感について、私たちは建築物を見て、そこから受ける心理的な物理量を基に危機感を推測し、圧迫感の大きさを感じ取っていることは経験から想像に難くない。例えばその建物が手前側に傾いている場合は、垂直に建っている場合に比べ物理的距離が近くなること以外にも、そこから推測される倒れる可能性の高さを感じ取り、より大きな圧迫感として受け止められるであろう。つまり、人間は得られた視覚情報から、その現象の経過や起こりうる次の現象の可能性を推測し、その推測結果を鑑みて行動したり、印象を受けたりしているはずであるという観点である。

本研究ではその推測過程において、洪らが述べているような、既に獲得している重力加速度モデルが用いられる、という理論を適用する。すなわち、人間は刺激により得られた視覚情報を自らが経験・獲得している物理法則に照らし合わせ、その現象がどのような経過を辿るのか、また次にどのような現象が起こりうるかを推定し、その推定結果に基づいた行動を起こしている、という考

え方である。

さらに筆者は、この一連のプロセスは行動のみならず、人間が抱く印象の形成にも関わっていると考える。すなわち、眼前に起こっている現象の未来を、自らの経験や獲得してきた物理法則に基づき予測・推定し、導き出された結果に対して感情が湧くことで、現象に対するイメージが形成されているという考え方である。

建物から感じる圧迫感という印象形成においてこのような観点から着目した場合、人間が獲得してきた物理法則や経験から推定を行う項目は複数考えられる。例えば、形状により推定される安定度合い、建物の素材から推定される重量の度合い、更には建物の傾き具合による、建物自体がどれくらい倒れてきそうかという度合い等である。各項目において、得られた視覚情報から導き出される推定結果の大小により、圧迫感の程度が形成されているはずである。

本研究では、このうち推定される重量感に着目する。これは、視覚から得られた素材情報から建物全体の心理的重量感を推定し、その推定結果が圧迫感の大小を形成しているというものである。そこで仮説として、建物の圧迫感の程度が壁面素材より感じる心理的重量感に起因している、と定義する。すなわち、

仮説：(圧迫感) = F (心理的に感じる重量感)

である。この仮説検証を通して、建物から感じる圧迫感形成に、人間の持つ経験・物理的法則に基づいた推定結果による心理的指標が起因するのかを解明することを目的とする。なお本研究では、この仮説検証の試行研究という位置付けで、1棟の建物の壁面の素材を変化させ実験を行なっている。

(3) 圧迫感に関する既往研究

このような心理的指標以外から圧迫感を評価した既往研究については、武井ら^{4) 5) 6) 7)}が、建物までの距離や形態率といった指標を用いて圧迫感評価の客観的手法を確立して以来、その限界許容値の算出や軽減に向けた基準を定義することで実用に活かそうとする研究が数多く行われてきた。

本研究においては、仮説の検証を通し圧迫感を受け取るプロセスそのものからアプローチすることで、形態率や距離等以外の観点からの圧迫感を評価する第一歩となることを目指す。

2. 研究方法

(1) 実験概要

黄ら⁸⁾の実験手法を参考にし、図1.2のような環境で実験を行った。屋外での建物の圧迫感の評価において適した環境を提供するため、特に上方の視野角の確保を考慮しプロジェクションスクリーンを30°傾斜させている。

スクリーンのサイズと視野角の関係を算定し、スクリーンと視点との距離は1020mmとし、視点の高さは990mmとした。被験者は23歳～25歳の本学学生12名である。

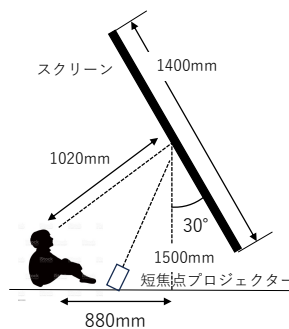


図1：実験概要図

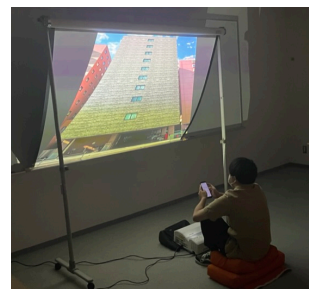


図2：実験の様子

(2) 刺激の準備

仙台市内の建物を撮影し、Adobe Photoshop を用いて壁面をコンクリート、石材、レンガ、木材に変えた刺激を各種3パターンずつ作成した。また、ガラス壁の刺激に関しては、基となる建物（以下標準刺激とする）の窓自体にガラスが用いられており、それらを残したまま作成すると従来の建物に対するイメージとかけ離れてしまい適切な刺激作成が困難なため、標準刺激と形状の近い別の3パターンのガラス壁建物を撮影して刺激とした。各素材に対し3パターンずつ、計15パターンの刺激を用いて実験を行った。（図3～8）

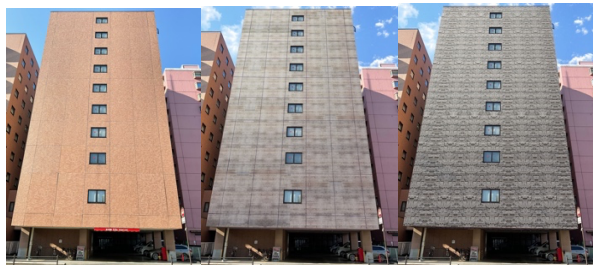


図3：標準刺激 図4：コンクリート 図5：石材



図6：木材 図7：レンガ 図8：ガラス

(3) 実験方法

図で示した刺激について、実験装置を用いて被験者に提示した。建物による圧迫感の既存研究から、建物による圧迫感の程度と壁面素材に対する重さの印象について、7段階で評価させた。（それぞれ「建物から受ける圧迫感がある—ない」と「素材から感じる建物の重さ感につ

いて重いと感じる一軽いと感じる」) また、同時にマグニチュード推定法(以下ME法)に基づき、圧迫感、壁面素材から感じる重量感に関して標準刺激を100とした場合に、個々の刺激の与えるそれぞれの主観量がいくらになるかを被験者一人一人に数値で回答させた。上記の方法で得られた評定値は一般に比例尺度上の数値であるとされ、従って演算にあたってはそれらの対数をとって行うこととした。また、提示順番における効果を相殺するため刺激提示順はランダムとし、提示時間は定めず個人の回答速度に任せた。

3. 実験結果・分析

(1) 各素材と圧迫感の比較

7段階評価結果について、図9のように各素材間において差が見られた。多重比較の結果、レンガと石材、コンクリートと木材以外では全て有意な差が得られた。特にガラスは他の素材に比べ圧迫感は小さく、その印象に大きく影響していると考えられる。

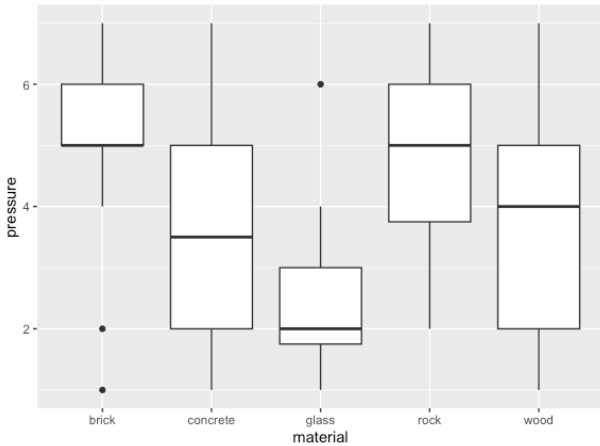


図9：圧迫感と各素材間の比較（7段階評価）

(2) 各素材と重さ感の比較

7段階評価結果について、図10のように各素材間において差が見られた。多重比較の結果、レンガと石材、またコンクリートと木材とガラスの各組み合わせでは有意差は見られず、特にガラスと木材、石材とレンガにおいて近しい傾向が見られた。圧迫感では差が見られたガラスと木材であるが、被験者の重さに対する印象差は、圧迫感の時ほど大きくないことが確認された。

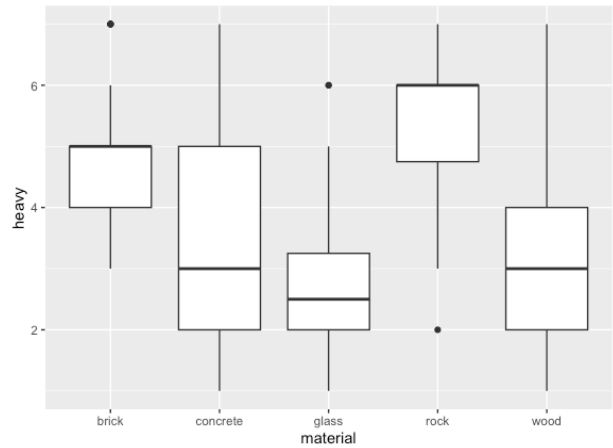


図9：重さ感と各素材間の比較（7段階評価）

(3) 圧迫感に対する重さ感の影響

図11は、圧迫感と重さ感の各7段階評価の被験者の人数を表している。重さ感が大きくなるほど、被験者の感じる圧迫感も増大している傾向が確認される。また、図12はME法に基づいた結果を示しており、回帰分析の結果(表1)より、重さ感の評定値が圧迫感に寄与していることが確認された。

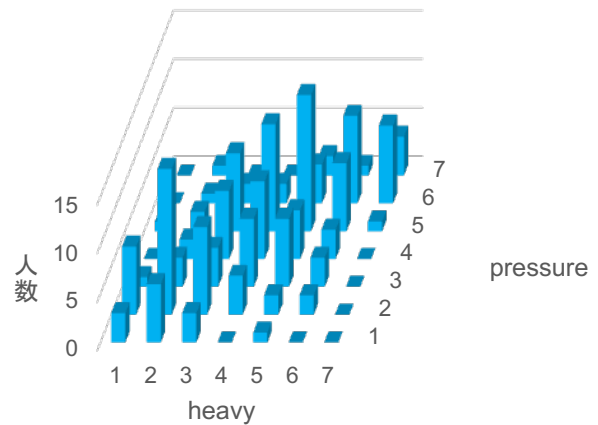


図10：圧迫感と重さ感の被験者人数（7段階評価）

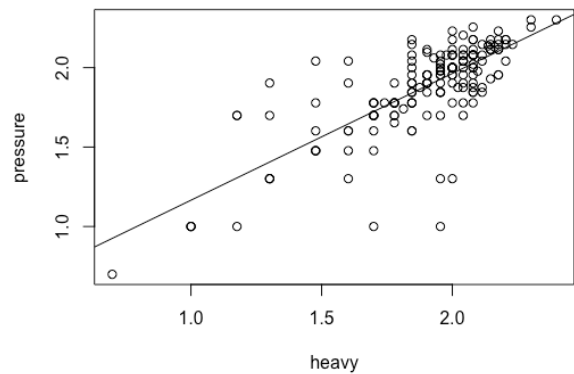


図11：圧迫感と重さ感の被験者人数（ME法）

表 1 : 図 1 1 回帰分析結果 (ME法)

	推定値	標準誤差	t値	p値
切片(定数項)	0.36734	0.09616	3.82	0.000185***
重さ感	0.79804	0.05023	15.89	2e-16***

4. 考察

圧迫感の評価において重さ感が寄与していることが示され、これは本研究における仮説を裏付ける結果であると考えられる。すなわち、人々は得られた素材の情報から建物全体の重さ感を推定し、その推定結果を用いて圧迫感の評価している、というものである。そしてそれは各素材間と重さ感・圧迫感との比較結果にも表れており、特に重さ感が小さいと捉えられているガラスの建物において、圧迫感が小さいと評価される傾向が見られる。

一方、重さ感ではガラスと有意差が見られなかった木材、コンクリートが圧迫感評価において有意差が見られたことに関しては興味深く、1(2)で述べたように、視覚情報から得られた重さ感以外の要素について、同様に自らの経験や獲得している物理法則に照らし合わせた推定結果によって圧迫感評価に差が見られていると推察される。従って、今後は重さ感以外の要因についてこの仮説をさらに検証していることが求められる。

5. まとめ・展望

本研究では、従来形態率や距離に基づく評価しか行われていなかった建物による圧迫感について、人間が視覚情報から自らの経験・獲得している物理法則を働かせ、その推定結果から評価を行なっているという観点に着目した。複数考えられる推定項目のうち、圧迫感という印象形成に推定された建物の重さ感が要因として働いているという仮説を検証した。その結果、重さ感が大きいほど圧迫感が増大する傾向が見られ、それは素材をガラスとする建物における被験者の評価で顕著に確認された。

この仮説の立証により、新たな素材の建築物に関しても、その素材の主観的物理量が得られれば、圧迫感の推

定を容易に行うことができると考えられる。また、1(2)で述べたような、他の考えられる推定項目についても検証することで、より精細な圧迫感評価・推定を行うことができる可能性があり、今後検証していきたい。

注 1) 例えば東京都国立市マンション問題(1999)

参考文献

- 1) F. Lacquaniti and C. Maioli, "The role of preparation in tuning anticipatory and reflex responses during catching," *J. Neuroscience*, vol.9, no.1, pp.134-148, 1989.
- 2) F. Lacquaniti, M. Carrozzo, and N. Borghese, "The role of vision in tuning anticipatory motor responses of the limbs," in *Multisensory Control of Movement*, Oxford Univ. Press, 1993.
- 3) 洪性寛, 金載侏, 佐藤誠, 小池康晴: キャッチング作業における人間の接触タイミング予測モデルによる関する研究, 電子情報通信学会論文誌 D, vol. J88-D2(no. 7), pp.1246-1256, 2005.7
- 4) 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
- 5) 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
- 6) 武井正昭, 大原昌樹: 圧迫感の計測に関する研究 3 -建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
- 7) 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
- 8) 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

(Received Aug 31, 2023)

Verification of the Reduction of Sense of Pressure Focusing on the Impression Formation Process.

Haruhito NISHIO and Katsuya HIRANO

Previous studies on the sense of pressure experienced from the exterior appearance of buildings have mainly relied on physical indicators such as size and distance from the building. In this study, we approached the formation of a sense of pressure from the perspective that humans use their acquired knowledge of physical laws based on visual information. We hypothesized that the sense of oppression is influenced by the estimated weight of the building derived from this acquired knowledge and conducted impression evaluations accordingly. As a result, a tendency was observed where a greater perceived weight led to an increased sense of pressure. It was inferred that the process described in the hypothesis is involved in the formation of the sense of pressure.