

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 5 日現在

機関番号：13904

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2012

課題番号：23700250

研究課題名（和文） 人間の感覚量と物理量を考慮した建築のエイジングに関する研究

研究課題名（英文） Study on Secular Change of Architecture in consideration of Perceived quantities and Physical factors

研究代表者

渋谷 達郎(SHIBUYA TATSURO)

豊橋技術科学大学・大学院工学研究科・助手

研究者番号：70567586

研究成果の概要（和文）：

本研究は、時間の経過に伴う変化「エイジング」について、長期間にわたって魅力が持続するような建築や経年変化によって魅力が増すような建築を「エイジング建築」と定義し、人々がどのような部分に魅力を感じるのか、また、その魅力がどのようなメカニズムで生成されるのか、大学キャンパスおよび街並み景観を対象として人間による感覚的評価と工学的処理による特徴抽出を併用し、VR によるシミュレーションから感覚量と物理量との関係性を視覚的に明らかにしている。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of this research is to clarify of Secular Change of Architecture in consideration of Perceived quantities and Physical factors. Firstly, we approached College Buildings for Psychological evaluation of stain on the impression of building façade. Secondly, we modeled VR images due to Impression analysis of Street Landscape. Consequently, this research clarified the diversity of Perceived quantities and complexity of Physical factors by VR visualization.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,700,000	810,000	3,510,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・感性情報学・ソフトウェア工学

キーワード：サステナブル建築、エイジング、建築外観、VR システム、街路景観、印象分析

1. 研究開始当初の背景

わが国の社会情勢は地球環境問題の深刻化に伴い、様々な対応が必要となっている。これまで産業分野を中心に環境負荷の低減策が行われてきたが、今後は、生活者のライフスタイルの転換など、生活者の意識を変えていく必要がある。日本では、2020 年までに 1990 年比で 25% の CO₂ 削減を表明しているが、実現のためには家庭レベルでの個人々の取組みが必要かつ喫緊の課題である。そのためには、市民一人一人の意識を環境配慮型

社会へと方向付け、「経済優先」から「環境優先」へと改善していくことが重要である。

また、成熟段階にある現在の社会では、人々は量よりも質的充足を重視する傾向にあり、そのためには良質なストック形成が必要不可欠となる。つまり、人々に長く使ってもらえるような建築を考える上で、環境の時代にふさわしい良質なストックをいかに確保していくかは、重要な課題である。竣工から時を経るなどした建築の資産価値は低く、建築に関わる事業の多くが更地を前提とし

た開発となっているが、今後は、魅力が持続する建築や経年変化によって魅力が増すような建築の在り方を模索していく必要がある。

人々に長く使ってもらえるような持続可能な建築（サステナブル建築）については、これまで、省エネルギー、省資源などの観点から環境負荷の低減や環境配慮技術の開発など、物理的・設備的側面からの研究が進められている。また、CASBEEをはじめとした定量化による建築物の環境性能評価手法の普及が国際的な流れとなるなど、一定の知見が得られている。その一方で、美的、心理的観点から環境問題を考察することや、人間の感覚量や物理量との関係性の研究はこれまでほとんど行われておらず、こうした研究は、間接的にその地域の気候・伝統・文化および周辺環境の問題と深く関っており、これまで進んでいなかった総合的な持続可能性についての知見を含有している蓋然性がある。

2. 研究の目的

本研究課題では、こうした背景を元に、時間の経過に伴う変化「エイジング」について、長期間にわたって魅力が持続するような建築や経年変化によって魅力が増すような建築を「エイジング建築」と定義し、(1) 大学キャンパスと (2) 街路景観を対象として、人々がどのような部分に魅力を感じるのか、また、その魅力がどのようなメカニズムで生成されるのか、人間による感覚的評価と工学的処理による特徴抽出を併用し、その感覚量と物理量との関係性を明らかにするものである。地球環境問題を考えるうえで環境志向へのライフスタイルの転換は喫緊の課題であり、本研究では、長く使ってもらえるような建築デザイン（建築の持続可能性）に応用していくための基礎的知見を得ることを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 大学キャンパスにおける建築のエイジングに関する研究では、東京都内と愛知県内から 20 対象事例を選定した。DOCOMOMO - Japan による「DOCOMOMO145 選」と日本建築家協会による「JIA25 年賞」受賞作品の中から 10 の事例を選出し、さらに、1) 竣工以来 25 年以上が経過した建築であること、2) その大学内において、竣工年度が最も古い建物であること、3) 著名な建築家により計画された建築であることの三つを諸条件として、10 の事例を選出した。次に選定した 20 の対象事例について、SD 法を用いたアンケート調査を行い、外観から受ける印象を評価した。評価尺度は互いに対になるような形容詞とし、5 段階評価により評価を行った。印象評

価は質問用紙に印刷された建築の外観写真により行った。写真は全体像を含む 2 カットを用意した。被験者は豊橋技術科学大学から 25 名、名城大学から 23 名の建築学生を対象とした。評価項目のうち、「汚い/きれいな」を除いた 18 の形容詞対による評価結果から、因子分析により、評価因子を求めた。その結果、次に示す 3 つの因子が抽出された。因子 1 と関係性の強い形容詞対は、強い順に「懐かしい」、「地味な/派手な」、「伝統的な/先進的な」、「複雑な/単純な」、「素朴な/洗練された」、「古い/新しい」、「弱い/強い」であり、これらに共通するのは、建築の情緒性を表す因子であると解釈できる。よって、これを「情緒性因子」（懐古的⇔先進的）とした。因子 2 においては、強い順に「快適である」、「親しみやすい」、「安心・安全である」、「暗い/明るい」、「閉鎖的な/開放的な」、「重い/軽い」であり、これらに共通するのは、建築の親和性を表す因子であると解釈できる。よって、これを「親和性因子」（親しみにくい⇔親しみやすい）とした。因子 3 においては、強い順に「柔らかい/硬い」、「自然な/構築された」、「冷たい/温かい」、「ぼんやりした/はっきりした」、「周囲と調和している」であり建築の構築度を表す因子であると解釈できる。よって、これを「構築度因子」（自然な⇔構築された）とした。次に因子分析によって導いた 3 つの評価因子を説明変数、「汚い/きれいな」の評価結果を目的変数とした重回帰分析を行った。得られた重相関係数が 0.788 その二乗が 0.606 となり、信頼性の高い結果が得られた。また、得られた重回帰式は以下の通りである。

$$y = 0.392x_1 + 0.456x_2 + 0.176x_3 + 0.357$$

y : 汚れ感、 x_1 : 情緒性因子、 x_2 : 親和性因子、 x_3 : 構築度因子

この結果より、汚れ感に最も強い影響を与える因子は親和性因子で、次いで情緒性因子、構築度因子の順で影響を与えることが明らかになった。ただし、構築度因子の値は低く、汚れ感への影響が少ないことがわかった。

(2) 街路景観における印象の違いにおいては、豊橋市の水上ビルをケーススタディとして、景観資源を活かした街路景観整備の一環として、VR を用いた水路復元を試み、それに伴う街路景観に関する分析を行った。本研究では、既往研究より、トラッキングセンサー付の Head Mounted Display (以下、HMD と略) による体験装置の VR システムを採用し、街路景観の印象評価実験を行った。VR モデルは、住宅地区および現地での実測により 3D モデルを作成し、撮影したファサード写真をマッピングして構築した。作成した VR モデルは、現況モデルと現況からアーケード撤去をしたモデル (以下、修景モデル 1)。次に、現在の建物をそのまま北側にセットバ

ックし、水路を復元したモデル（以下、修景モデル2）。最後に、建物を撤去し、水路を復元したモデル（以下、修景モデル3）の4モデルである。構築した4つのVRモデルを用いて、SD法による街路景観の印象評価を行った。構築した4つのVRモデルの「好ましさに」に関して、それぞれ、+2（好ましい）、+1（どちらかというとは好ましい）、0（どちらでもない）、-1（どちらかというとは好ましくない）、-2（好ましくない）の5段階による評価結果を集計し、各モデルの平均得点を求めた。対象者は、地域住民を対象とした予備実験を踏まえ、被験者の負荷やVR操作の習熟度を勘案し、37名の学生とした。被験者の年齢や職業等の特性は評価に影響を及ぼすと考えられるが、本研究では限られた年齢層を対象に、一定範囲の傾向を導き出すことを主眼とした。

4. 研究成果

(1) 大学キャンパスの外観を構成する物理的構成要素を外装主材、外装色、全体形状、屋根形状、仕上げの5分類、22項目に分解し用いられているか否かにより判定し、テーブルデータを作成し相関分析を行った（表1）。

表1 物理的構成要素と評価因子ごとの相関係数

物理的構成要素	情緒性因子 - 懐古的 ⇄ + 先進的	親和性因子 - 閉鎖的 ⇄ + 開放的	構築度因子 - 有機的 ⇄ + 無機的
金属系	0.159	-0.064	0.111
ガラス系	0.379	0.206	0.169
コンクリート系	-0.649	0.382	-0.240
陶磁器系	-0.026	0.138	-0.429
白系	0.027	0.313	0.062
グレー系	-0.016	-0.600	0.190
黒系	-0.031	0.050	0.137
茶系	-0.002	-0.116	-0.616
原色系	0.322	0.080	-0.007
その他の寒色系	-0.247	0.015	0.234
その他の暖色系	0.045	-0.125	-0.479
曲面	0.374	-0.306	-0.061
壁面の複雑さ	0.082	0.455	-0.049
装飾	-0.119	0.274	-0.080
庇	-0.169	-0.312	-0.484
ルーバー	0.031	-0.079	-0.160
ピロティ	0.168	0.050	0.149
陸屋根	-0.294	-0.071	0.073
切妻屋根	0.302	0.275	0.054
アール屋根	-0.027	-0.087	-0.247
RC打放し	-0.149	-0.237	0.228
塗装剤	-0.170	0.381	0.026

汚れ感に最も影響の大きい親和性因子においては、壁面が複雑で凹凸のある建築物、コンクリートで構成された建築物、塗装剤による仕上げを施された建築物が、開放的な印象

を与えることが明らかとなり、一方、グレー系の色を用いた建築物は、閉鎖的な印象を与えることが明らかとなった。次いで、情緒性因子においては、ガラスで構成された建築物、曲面形状を用いた建築物は、先進的な印象を与えるということが明らかとなり、一方、コンクリートで構成された建築物は、懐古的な印象を与えることが明らかとなった。最後に構築度因子においては、茶系の色を用いた建築物、タイル・レンガ・瓦等で構成された建築物、暖色系の色を用いた建築物、庇の付いた建築物は、有機的な印象を与えるということが明らかとなった。

(2) 街路景観における印象の違いにおいては、被験者実験の結果、現況および修景モデル1と水路を復元した修景モデル2および3とでは、水路を復元したモデルの方が圧倒的に「好ましい」と感じられることが明らかになった。よって、修景モデル2に関して、因子分析により評価因子を求めた。その結果、次に示す3つの因子が抽出された。まず、第1因子は、「地味な感じ / 派手な感じ」、「古い感じ / 新しい感じ」、「素朴な感じ / 洗練された感じ」、「単純な感じ / 複雑な感じ」、「暗い感じ / 明るい感じ」といった形容詞対で因子負荷量が高い傾向にあり、街路景観の派手さや装飾性、新しさ、洗練度など、時代性や経年に関する印象で構成されていることが明らかになった。よって、第1因子は、「先進性因子」（新しい ⇄ 古い）とした。次に、第2因子は、「魅力的でない / 魅力的である」、「不快な感じ / 快適な感じ」、「周辺環境と調和していない / 調和している」、「まとまりのない / まとまりのある」といった形容詞対で因子負荷量が高い傾向にあり、街路の魅力や快適性、周辺環境との調和、整然性などの街路景観の秩序性に関する印象で構成されていることが明らかになった。よって、第2因子は、「秩序性因子」（整っている ⇄ 整っていない）とした。さらに、第3因子では、「つめたい感じ / あたたかい感じ」、「弱い感じ / 強い感じ」、「柔らかい感じ / 硬い感じ」といった街路景観のあたたかさなどの雰囲気、強さ、硬さなどの強度に関わる形容詞対で構成されていることが明らかになった。よって、第3因子は、「強度因子」（硬い ⇄ 柔らかい）とした。因子分析によって導いた評価因子を説明変量とし、「好ましさ」を目的変量とした重回帰分析を行い、下記に示す重回帰式が得られた。

$$y = 0.390x_1 + 0.278x_2 + 0.129x_3 + 0.660$$

y : 好ましさ、x₁ : 先進性因子、x₂ : 秩序性因子、x₃ : 強度因子

この結果より、VRにより水路を復元した際の街路景観の好ましさは、先進性因子 > 秩序性因子 > 強度因子の順に影響を受けること

が明らかになった。影響が比較的強い先進性因子は正の値をとることから、新しい印象を与える街路景観が、好ましさが高くなる傾向にあり、古い印象を与える街路景観は、好ましさが低くなる傾向にあることがわかった。また、秩序性因子は、正の値をとり、整った印象を与える街路景観が、好ましさが高くなる傾向にあり、整っていない印象を与える街路景観は、好ましさが低くなる傾向にあることがわかった。一方、強度因子は影響が弱いものの負の値をとり、柔らかい印象を与える街路景観の好ましさが高くなる傾向にあり、硬い印象を与える街路景観は、好ましさが低くなる傾向にあることが明らかになった。

修景モデル 2 に関して、「好ましさ」への影響が最も高い傾向にあった先進性因子（新しい⇔古い）について、街路の物理的構成要素との相関分析を行った（表 2）。

表 2 街路景観の物理的構成要素と評価因子との関係

	地味/ 派手	古い/ 新しい	素朴な/ 洗練された	単純/ 複雑	暗い/ 明るい	汚い/ 綺麗	軽い/ 重い	自然な/ 構築された
ガラス	-.364	-.515	-.403	-.393	-.517	-.668	.699	.643
コンクリート	-.364	-.515	-.403	-.393	-.517	-.668	.699	.643
陶磁器系	-.364	-.515	-.403	-.393	-.517	-.668	.699	.643
白系	-.364	-.515	-.403	-.393	-.517	-.668	.699	.643
原色系	-.364	-.515	-.403	-.393	-.517	-.668	.699	.643
曲面	.074	-.178	-.140	.341	-.399	-.304	.444	.207
間口	-.364	-.515	-.403	-.393	-.517	-.668	.699	.643
ディスプレイ	-.364	-.515	-.403	-.393	-.517	-.668	.699	.643
連続窓	-.364	-.515	-.403	-.393	-.517	-.668	.699	.643
壁面の複雑さ	.074	-.178	-.140	.341	-.399	-.304	.444	.207
装飾	.074	-.178	-.140	.341	-.399	-.304	.444	.207
列柱	.074	-.178	-.140	.341	-.399	-.304	.444	.207
アーケード	.074	-.178	-.140	.341	-.399	-.304	.444	.207
ピロティ	-.364	-.515	-.403	-.393	-.517	-.668	.699	.643
水路	.963	.954	.921	.936	.847	.948	-.888	-.976
街路樹	.963	.954	.921	.936	.847	.948	-.888	-.976

その結果、水路や街路樹との関係性は、相関係数がいずれも 0.9 を超え、関係性が高いことが明らかになった。このことより、ケーススタディとした水上ビルの街路景観においては、綺麗で明るい印象、複雑な形状や洗練された印象が新しく感じ、より好まれる傾向にあることが明らかになった。また、ガラスやコンクリート、タイルなどの材料に関しては、重く、構築された印象が新しさと相関が高い傾向にあり、ディスプレイや連続窓などの建物の形状についても同様に、重く、構築された印象の方が新しさを感じ、好まれる傾向にあることが明らかになった。よって、街路景観に関する評価因子として、先進性因子（新しい⇔古い）、秩序性因子（整っている⇔整っていない）、強度因子（硬い⇔柔らかい）の 3 つを抽出した。次に、「好ましさ」に関して、先進性因子（新しい）>秩序性因子（整っている）>強度因子（柔らかい）の順で影響があり、新しく整っていて柔らかい印象の街路景観の好ましさが高くなる傾向にあることを明らかにした。さらに、街路景観の物理的構成要素との関係では、水路と街路樹との相関が高いことを明らかにした。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 3 件）

(1) 渋谷達郎, 森信貴：水上ビル（豊橋市大豊商店街）における街路景観の印象評価-VR を用いた水路復元に伴う街路景観の印象分析その 2-, 日本建築学会学術講演梗概集建築計画, p.817-818, 2012 年 9 月, 査読無

(2) 森信貴, 渋谷達郎：水上ビル（豊橋市大豊商店街）における街路景観 VR の構築-VR を用いた水路復元に伴う街路景観の印象分析その 1-, 日本建築学会学術講演梗概集建築計画, p.815-816, 2012 年 9 月, 査読無

(3) 天野有喜, 渋谷達郎, 森信貴：大学キャンパスにおける建築のエイジングに関する研究 建築の外観がもたらす印象とその汚れ感の分析, 日本建築学会学術講演梗概集 E-1 建築計画 I, p.803-804, 2011 年 8 月, 査読無

〔学会発表〕（計 3 件）

(1) 渋谷達郎, 森信貴：水上ビル（豊橋市大豊商店街）における街路景観の印象評価-VR を用いた水路復元に伴う街路景観の印象分析その 2-, 日本建築学会大会, 2012 年 9 月 12 日, 名古屋（名古屋大学）

(2) 森信貴, 渋谷達郎：水上ビル（豊橋市大豊商店街）における街路景観 VR の構築-VR を用いた水路復元に伴う街路景観の印象分析その 1-, 日本建築学会大会, 2012 年 9 月 12 日, 名古屋（名古屋大学）

(3) 天野有喜, 渋谷達郎, 森信貴: 大学キャンパスにおける建築のエイジングに関する研究 建築の外観がもたらす印象とその汚れ感の分析, 日本建築学会大会, 2011年8月25日, 東京 (早稲田大学)

[その他]

ホームページ等

<http://www.tut.ac.jp/teach/main.php?mode=detail&article=402>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

渋谷 達郎 (TATSURO SHIBUYA)

豊橋技術科学大学・大学院工学研究科・助手

研究者番号: 70567586