

視覚性ワーキングメモリの駆動による 和風建築要素への注意の捕捉効果

八木 優弥¹・白柳 洋俊²・倉内 慎也³・坪田 隆宏⁴

1 学生会員 愛媛大学 工学部環境建設工学科(〒790-8577 愛媛県松山市文京町3)

E-mail: yagi.yuya.15@cee.ehime-u.ac.jp

2 正会員 愛媛大学特任講師 大学院 理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3)

E-mail: shirayanagi@cee.ehime-u.ac.jp

3 正会員 愛媛大学准教授 大学院 理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3)

E-mail: kurauchi@cee.ehime-u.ac.jp

4 正会員 愛媛大学助教 大学院 理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3)

E-mail: t.tsubota@cee.ehime-u.ac.jp

本研究は、街並の視覚性ワーキングメモリが注意を捕捉するとの仮説を措定し、視覚探索課題により同仮説を検証した。歴史的街並を注視する際、歴史的街並を一定時間歩行すると歴史的街並を構成する建築要素に注意の捕捉が促進されることがある。注意の捕捉は先行して認知した事象による視覚性ワーキングメモリが駆動することで、同事象と関連した事象に対する注意が促進されることで生じる。そこで本研究は和風型街並を対象に、先行する歴史的街並の認知による視覚性ワーキングメモリが後続の歴史的街並の構成要素への注意の捕捉を促進させるとの仮説を措定し、同仮説を視覚探索課題により検討した。実験の結果、先行する歴史的街並の認知は視覚性ワーキングメモリを駆動させ、和風建築要素への注意が捕捉されること、すなわち仮説を支持する結果が得られた。

Key Words : *memory driven attentional capture, visual search task, Japanese street facade*

1. 背景

(1) 注意の誘導効果

a) 視覚性ワーキングメモリの駆動による注意の誘導について

我々は環境に適応するために、環境内に生じる事象の変化を常に適切に把握している必要があるが、環境にはさまざまな事象が溢れており、それらをすべて検出して処理することはできない。注意はその情報過多な環境から不要な事象を濾し取り、必要な事象を選択する機能である¹⁾。

環境内の事象に注意を向けることは注意の定位と呼ばれるが、同定位によって対象を捉える²⁾ときには、注意の捕捉 (attentional engagement)、注意の解放 (attentional disengagement)、注意の移動 (attentional shift)の3つの過程を繰り返すことで、身の回りにある様々な事象を広範囲にわたって効率的に選択している。このとき、先行する記

憶項目によって注意が促進されるといった注意バイアスが発現する³⁾ことが報告されている。例えば Carlisle & Woodman⁴⁾は、記憶項目による予測性 (predictability) に着目し、同予測性に応じて標的刺激への注意が促進されることを報告した。同効果は視覚性ワーキングメモリの駆動による注意の捕捉 (memory driven attentional capture) と呼ばれ、ワーキングメモリが保持した項目が自動的に後続の注意に影響を当てると説明される。

b) 注意の捕捉を利用した街並デザイン

ここで、注意の捕捉が発生する状況を思い起こしてみると、例えば歴史的な建築物が多く残る街並を一定時間歩行していると、同街並を構成する歴史的要素ばかりに注目が向かってしまうと感じた経験はないだろうか。こうした状況は、先行して認知した歴史的街並によって後続の街並を構成する歴史的要素に注意の捕捉が促進されている可能性を指摘することができよう。

街並整備に関する主体は討議等により決定した特定のテーマに即し街並を修景することを通じて、回遊する歩行者に対して満足度の高い街並体験を提供することを試みている。このとき、設定した特定の街並テーマに関する歴史的要素へ注意の捕捉を促進させるデザインを採用することであれば、同街並を想起した際に特定のテーマに関する印象が強まり、その結果来街者の満足度が高まったり、再訪意識が向上したりする可能性がある。

そこで本研究は、街並デザインと注意の捕捉との関係を把握することを目的とする。具体的には街並みデザインから受ける印象の例として特に各地の街並み整備において、テーマとして選択されることが多い和風型街並に対象を絞り、視覚性ワーキングメモリの駆動による和風型街並における注意の捕捉促進の発現可能性を室内実験により検証する。

(2) 既存研究

a) 視覚ワーキングメモリ駆動による注意の捕捉の測定方法

注意の捕捉は、一般的に参加者に標的物体を探索することを課す視覚探索課題⁵⁾により計測される。典型的な視覚探索課題では、事前に決められた標的が含まれる画面と含まれない画面を同数用意し、ランダムな順に提示する。実験参加者の課題は、画面中に標的が含まれるか否かをできるだけ素早く判断し、キー押しによって回答することである。探索画面の提示から反応キーが押されるまでの時間が反応時間として記録される。

視覚性ワーキングメモリによる注意捕捉の促進効果を扱った研究では、ワーキングメモリの保持内容と視覚探索の標的が一致する場合には、視覚探索の反応時間が短縮するという報告がある。Soto et al.⁶⁾は、実験参加者に、各試行において円型や正方形などの記憶画像を一つ記憶させるワーキングメモリ課題を課した後、視覚探索課題が課した。探索画像内に含まれる標的項目として右または左に少し傾いた線分が配置され、同標的項目の探索を妨害するための妨害項目として垂直方向を向いた線分がその周辺に配置された。探索画像の提示条件は、ワーキングメモリ課題で記憶した記憶画像内の図形の中に標的が提示される条件（一致条件）、ワーキングメモリ課題の図形が探索画面には提示されない条件（中立条件）が設けられ、参加者は画面中に現れる標的項目を可能な限り素早く見つけ出し、キー押しにて回答することを要請された。実験の結果、一致条件は中立条件に比べて探索時間が短縮した。このことは、ワーキングメモリ課題で記憶した記憶画像の有無が標的の探索時間に影響を与えており、視覚性ワーキングメモリが駆動することで、注意が捕捉されると結論づけた。

また、大岸⁷⁾は意味図形の線画を刺激とし、同刺激を記憶画像として提示し、記憶するワーキングメモリ課題を課した後、視覚探索課題を実施した。同課題で提示された探索画像は、記憶画像で提示された線画を探索画像内に重ね合わせた重なり図形と、記憶画像では提示されなかった線画を探索画像内に重ね合わせた重なり図形の2種類が設けられ、参加者は探索画像に含まれる標的を可能な限り素早く見つけ出し、キーにて回答することを要請された。実験の結果、記憶画像で提示された線画が重なり図形となっている探索画像は、記憶画像では提示されなかった線画が重なり図形となっている探索画像に比べて反応時間が長くなった。このことは、記憶画像の有無が標的の探索時間に影響を与えていることを示しており、視覚性ワーキングメモリの駆動は注意の捕捉に影響を与えると結論付けられた。またその影響は、意味図形は単純図形に比べ強く視覚性ワーキングメモリを駆動するため、標的に比べ標的の近くに配置された記憶画像として提示された線画に注意が強く捕捉され、標的の探索時間が増加したと解釈される。

これらの研究は単純図形や色彩といった単純な刺激を対象に注意捕捉を検討しており、我々が日常的に目にする風景や街並といったより複雑で多様な意味内容を持つ対象に対しても視覚性ワーキングメモリの駆動による注意の捕捉が促進されるかは明らかではない。さらに、視覚性ワーキングメモリが後続に対し注意の捕捉が促進させることは示されているものの、街並において同影響が、標的の探索時間を増加させる否かは明らかになっていない。

b) 街並みファサードにおける物理的要素の定量化

守山・門内⁸⁾は京都の伝統的街並を対象に、同街並ファサードを構成する建築要素を記号と捉え、同記号の組み合わせを表現するコードを作成することで、街並ファサードを構成する建築要素を体系的に説明する方法論を示した。具体的には、伝統的街並の建築ファサードに繰り返し現れる各建築要素を記号化し、同記号群を体系文法モデルにもとづき、意味システム（自然、経済、文化などのコンテキスト）、形式システム（屋根、格子などの建築要素）、実質システム（形状、色彩、テクスチャなどの仕上げ）の3層からなるコードにて体系化することでファサードの記号間の関係性を表現する手法を示し、同手法を用いて街並ファサードデータベースを構築した。

以上の議論を踏まえ本研究では、守山・門内⁸⁾により形式システムと定義されたような和風の建築要素を操作した街並画像を刺激とし、同刺激の提示パターンによる視覚性ワーキングメモリの駆動による和風建築要素への注

意の捕捉の促進を視覚探索課題により検証する。

表-1 和風建築要素構成表

和風建築要素	分類	具体例
付属物	植栽	植栽、樹木
	植栽以外	石畳、門、塀、床几台
屋根	瓦屋根・瓦庇	瓦屋根、茅葺屋根
	その他	千木、煙出し
	軒下部分	駒寄、犬矢来、ぱったり床、竹垣、生垣、角石
軒下	柱	木造柱、梁、垂木
	戸	格子戸、板戸、障子戸
壁	壁	袖壁、破風、鉢巻、塀壁、板壁、土壁、漆喰壁
	戸袋	雨戸、戸袋
開口部	窓	格子窓、格子窓、虫籠窓、横棧付窓、下地窓、蔵窓、欄間
	簾	簾
	暖簾	暖簾
付加的要素	その他	幕掛け、酒林、提灯、酒樽、灯籠、うだつ

2. 実験

(1) 実験概要

本研究では先行する歴史的街並の認知による視覚性ワーキングメモリが後続の歴史的街並の構成要素への注意の捕捉を促進させるとの仮説を措定し、同仮説を視覚探索課題により検討する。具体的には視覚探索課題において先行する街並の認知の有無によって視覚性ワーキングメモリの発現を操作し、探索画像内の標的項目を検出するまでの反応時間及び和風要素に対する凝視回数を視覚性ワーキングメモリの駆動の指標とし、和風建築要素への注意の捕捉の促進を実証する。

(2) 実験参加者

実験参加者は30名(男性：21名，女性9名， 21.7 ± 0.9 歳)であった。

(3) 刺激

a) 記憶画像

記憶画像及び探索画像に用いる街並画像を作成するため、まずアイレベル(1.5m)から、建築物正面が垂直になるように撮影した1,744枚の建築画像を用意した。その中から、守山・門内が形式システムと定義した各建築要素⁹⁾を参考に、表-1に示す建築要素を和風建築要素と定義し、同要素を含む1,027建築写真を選定した。次に、選定した建築写真の背景をAdobe PhotoshoCC (Adobe社)

を用いて削除、色調をモノクロへと変換した後、大きさ縦600pixelの建築画像を作成し、SketchUp (Trimble社)を用いて同建築画像を5画像、幅員20m、建物高さ6mとして配置した片側街並CGを80個作成した。このとき各CGは和風構成要素の面積が30~100%となるように操作した。同街並CG内において、もっとも手前に位置する建物から街路軸鉛直方向10m、街路軸水平方向1.5mの位置より街路軸に対し16°回頭した状況にて、大きさ990×1,320pixelとなるように画像をキャプチャーし、これを街並画像とした。図-1に示すとおり、作成した同街並画像のうち、記憶画像は和風建築要素面積が30~50%の街並画像60枚とし、その他の20街並画像を探索画像として設定した。記憶画像と探索画像の提示時における組み合わせは、同一の探索画像1画像に対し、和風要素面積が異なる4記憶画像に加え、白紙の1画像からなる4条件を設定した。

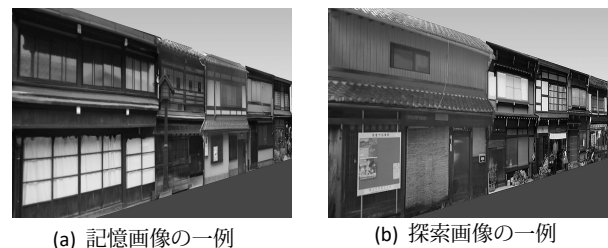


図-1 実験に用いた記憶画像と探索画像の一例

b) 探索画像

探索画像は探索項目として簾を設定し、和風建築要素面積が30～50%の街並画像内に、簾を含む20画像、また簾を含まない60画像を作成した。なお、簾、室外機はいずれも中央に配置された建築画像に付加されるよう作成した。

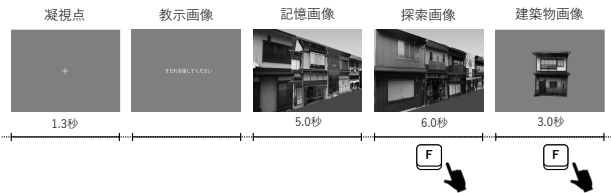


図-2 実験の手順

(4) 手順

実験参加者は着座し、あごのせ台に頭部を固定した状態で前方に設置されたディスプレイを両眼視し、左人差し指をキーボード上の“F”キーに置いて反応するように求められた。視覚探索課題の1試行の流れは図-2の通りであった。

まず、試行開始の合図として22インチディスプレイの画面中央に凝視点（「+」、視覚1.5×1.5度、灰色の背景に白色で表示）を1.3秒提示し、参加者の凝視点を統一するために画面中央に矯正させた。凝視点の消失後すぐに、教示画像が提示され、参加者は後続の探索画像にて簾を標的として探索するように要請された。次いで記憶画像を5秒間提示した。同画像は参加者の視覚ワーキングメモリを駆動する役割を持たせるため、後ほど同画像の再認課題を実施することを教示し、参加者の記憶に強く残るように誘導した。続いて探索画像を6秒間提示した。参加者は探索画像を探索し、標的項目があればキーボードの“F”キーを押し、回答することを要請された。ここで探索画像提示からキーボードによる検出までの時間を反応時間として計測した。また和風建築要素への注意の捕捉を測るために、反応時間内における凝視回数を計測した。最後に再認課題を実施した。同課題では建築画像が3秒提示され、参加者は提示された建築画像が記憶画像に含まれていたら“F”キーを押す報告することを要請された。建築画像の消失後すぐに次試行へと進むよう設定し、以上の手続きに従い、60試行ごとに3分間の休憩を設け、全240試行を実施した。

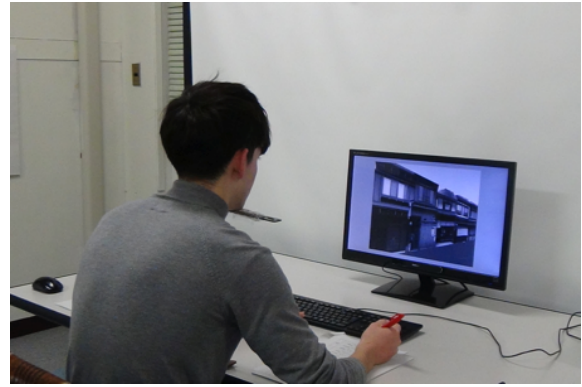


図-3 実験の様子

3. 結果及び考察

(1) 視覚性ワーキングメモリの駆動による街並における注意に与える影響

本研究では探索画像で検出した反応時間について、大きさ1.2°、停留時間を0.12秒となる視線の停留を凝視点と定義し、凝視点が画像内の標的と一致した場合、標的に注意が向けられたと解釈し、その場合の反応時間を分析の対象とした。ここで、本研究では記憶画像の提示の有無により視覚性ワーキングメモリの駆動を操作していることより、同一の探索画像において記憶画像を提示した条件の反応時間から白紙画像を提示した条件の反応時間との差分を効果量として算出し、注意の捕捉の指標とした。また、効果量に影響を与える要因としては、先行して提示した記憶画像について、以下3つの要因を設定した。第1に、試行jの直前に提示した記憶画像の和風建築要素面積、第2に、試行j-1における記憶画像の和風建築要素面積、第3に、試行jまでに提示した記憶画像のうち、既往最大和風建築要素面積である。以上を踏まえ、(1)式で示すモデルを用いてパラメータを推定した結果を表-3に示す。その結果、既往街並における最大の和風建築要素の割合が反応時間に有意な影響を示す結果が得られた。同パラメータは正の値を示しており、記憶画像の和風建築要素面積が増加するほど標的の反応時間の効果量が増加することを示している、つまり和風型街並において視覚性ワーキングメモリの駆動により標的刺激に対して注意の捕捉の促進が生じたと解釈される。また、記憶画像の和風建築要素の面積及び1試行前における和風要素の面積は反応時間に対して有意な影響を示さない結果が得られた。この結果は、視覚性ワーキングメモリの駆動と、それによる注意捕捉の促進効果の発現には、直前に見た記憶画像の建築和風要素面積よりも、既往最大の記憶画像の和風建築要素面積が影響する可能性を示唆している。

表-3 反応時間の効果量の検証

説明変数	偏回帰係数	t値
記憶画像の 和風建築要素面積(%)	0.00	-0.14
1試行前の記憶画像の 和風建築要素面積(%)	0.00	-0.73
既往最大の記憶画像の 最大の和風建築要素面積(%)	0.01	1.91*
切片	-0.55	0.58

*: $p < .05$

$$y_{ij} = \beta + \alpha_1 x_{1j} + \alpha_2 x_{2j} + \alpha_3 x_{3j} \quad (1)$$

ただし、

- y_{ij} : 参加者*i*における試行*j*の反応時間(秒)
- x_{1j} : 試行*j*における記憶画像の和風建築要素面積(%)
- x_{2j} : 試行*j* - 1における記憶画像の和風建築要素面積(%)
- x_{3j} : 試行*j*までの街並画像の既往最大和風建築要素面積(%)
- $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$: 未知パラメータ
- β : 定数項

(2) 和風要素に対する凝視回数が反応時間に与える影響

続いて、反応時間への影響が和風要素への注意捕捉となっている可能性を検証するため、凝視点が画像内の和風要素に停留した回数を凝視回数と定義し、反応時間と和風要素に対する凝視回数の関連性を検証した。その結果、表-4及図-4びに示す通り、反応時間と和風要素への凝視回数に正の相関が認められた。このことは、記憶画像の提示により視覚性ワーキングメモリが駆動することで、探索画像内の和風建築要素に注意が捕捉されたことを示す。

表-4 和風要素に対する凝視回数と反応時間の相関分析

相関係数 r	t値
0.65	51.33***

***: $p < .001$

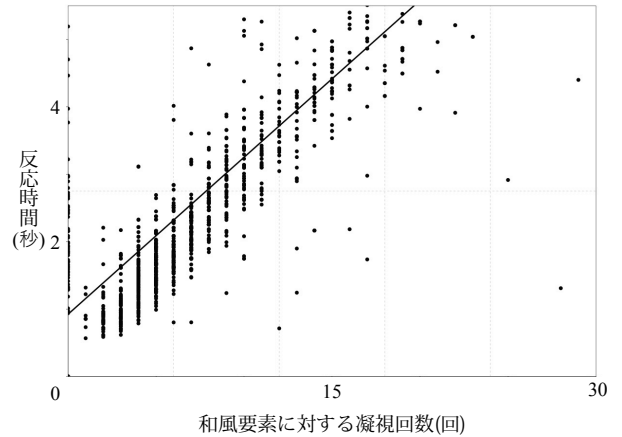


図-4和風要素の注視回数が反応時間に与える影響



図-5 凝視回数 (凝視回数5回の場合)

4. まとめ

本研究は、和風型街並を対象に、視覚性ワーキングメモリの駆動による注意の誘導効果を視覚探索課題に基づき検討した。その結果、先行して記憶した既往街並における最大の和風建築要素面積の多寡に応じて、視覚性ワーキングメモリが駆動し、後続の街並における和風要素に対して注意の誘導効果が生じることが示唆された。

ただし、本研究では各和風建築構成要素が注意の誘導効果に与える影響力の差異について取り扱っておらず、今後は、個別の同影響力の差異を考慮した分析を実施する必要があると考えている。

謝辞

本研究はJSPS科研費 JP18K13852及び一般財団法人国土技術研究センターの研究開発助成(平成29年度)を受けて実施したものです。

付録

付録-1 実験刺激の組み合わせ

セット番号	記憶画像における和風要素の面積(%)	探索画像における和風要素の面積(%)	セット番号	記憶画像における和風要素の面積(%)	探索画像における和風要素の面積(%)	セット番号	記憶画像における和風要素の面積(%)	探索画像における和風要素の面積(%)
No001	51.0	30.0	No021	0.0	36.6	No041	45.8	43.1
No002	20.8	30.0	No022	60.7	37.1	No042	12.5	43.1
No003	0.0	30.0	No023	35.4	37.1	No043	70.4	44.3
No004	60.4	30.8	No024	1.7	37.1	No044	46.4	44.3
No005	24.5	30.8	No025	61.6	38.0	No045	13.5	44.3
No006	0.0	30.8	No026	36.3	38.0	No046	73.4	44.3
No007	25.1	31.1	No027	2.9	38.0	No047	48.9	44.3
No008	0.0	31.1	No028	62.4	38.4	No048	15.0	44.3
No009	57.4	31.1	No029	39.3	38.4	No049	77.4	45.3
No010	61.9	31.6	No030	4.3	38.4	No050	49.3	45.3
No011	28.3	31.6	No031	63.0	38.6	No051	15.9	45.3
No012	0.0	31.6	No032	39.8	38.6	No052	81.5	47.0
No013	58.6	33.5	No033	6.5	38.6	No053	46.9	47.0
No014	28.7	33.5	No034	63.7	41.0	No054	17.3	47.0
No015	0.0	33.5	No035	42.6	41.0	No055	87.0	48.0
No016	62.8	34.2	No036	9.0	41.0	No056	46.2	48.0
No017	31.4	34.2	No037	64.5	42.0	No057	18.0	48.0
No018	0.0	34.2	No038	43.4	42.0	No058	92.3	48.3
No019	60.2	36.6	No039	10.6	42.0	No059	46.3	48.3
No020	32.5	36.6	No040	65.3	43.1	No060	18.6	48.3

参考文献

- 1) 海保博之・楠見孝: 心理学総合辞典, pp189-8.6, 2006.
- 2) M. ... a. P. S. Posner, The attention system of the human brain, 1990.
- 3) 村上郁也: イラストレクチャー認知神経科学 pp118, 2010.
- 4) N. & W. G. Carlisle: Automatic and strategic effects in the guidance of attention by working memory representations., 2011.
- 5) S. a. R. Meyer: Location of contextual effect on visual word recognition, In P. M. A. Rabbitt & S. Domic (Eds.), Attention and perception, 1975.
- 6) D. H. J. R. P. & H. G. Soto: Automatic guidance of attention from

working memory, 2008.

- 7) 大岸 通孝: 意味図形マッチングにおける負のプライミング効果, 金沢大学教育学部紀要. 人文科学・社会科学編 / 金沢大学教育学部編 第54巻 pp66-72, 2005
- 8) 守山基樹, 門内輝行: 京都の街並み景観の記号化と記号のネットワークの記述, 街並みの景観における関係性のデザインの分析その2, 日本建築学会計画系論文集, 第75巻 第652号, 2011.
- 9) 守山基樹, 門内輝行: 街並み景観における類似と差異のパターンの数理生態学的分析, 日本建築学会計画系論文集第76巻 第665号, pp127, 2011.

(2019. 3. 10. 受付)