

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 22 日現在

機関番号：34406

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00704

研究課題名(和文)人間の視覚行動からみた都市パターンの設計基準に関する基礎的研究

研究課題名(英文)Basic study on urban design criteria considering visual behavior

研究代表者

西應 浩司(nishio, koji)

大阪工業大学・ロボティクス&amp;デザイン工学部・教授

研究者番号：70364239

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文):2種の街路パターンを混在させた場合の、歩行者の分かりやすさを検討した。実験ルートは同一距離で、不規則に曲がった街路(街路IR)、格子状の街路(街路GR)の混合比率を変えた3種類(街路A:街路IR 50%街路GR 50%、街路B:街路IR 30%街路GR 70%、街路C:街路IR 70%街路GR 30%)。案内は街路CGでの動画案内と実験者が先導する歩行案内の2種類。案内後、実験協力者はルートを歩行した。実験データを点数化し、比較した結果、街路B(街路IR 30%街路GR 70%)が最も分かりやすかった。脳波解析によって、記憶の減衰を調べる必要があることが分かった。

研究成果の概要(英文):Pedestrian ease of navigation was examined using combinations of two street patterns. Three different route layouts of the same distance and with varying combinations of two street patterns were used; the street patterns consisted of an irregular street pattern (Pattern IR) and a grid style street pattern (Pattern GR) i.e. Street Layout A with 50% of Pattern IR and 50% of Pattern GR, Street Layout B with 30% of Pattern IR and 70% of Pattern GR, and Street Layout C with 70% of Pattern IR and 30% of Pattern GR. Subjects were either guided by video footage which used CG of the streets, or were led by a researcher on foot. After the guided portion of the protocol, the subjects walked the routes independently. The results were converted into scores for comparison and revealed that Street Layout B was the easiest for study subjects to follow. Results also showed that an examination of subjects' ability to recall route details using electroencephalogram analysis is necessary.

研究分野：都市計画

キーワード：街路パターン 迷路探査 空間認知 都市計画 空間的サイン

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 街路パターンは歩行者にとってわかりやすいものであることが望ましい。しかし自動車による物流中心の効率至上主義的な思考に基づいて計画されたもので、街路と人間がつくりだす親密な空間を変質させ、多くの感覚との結びつきを失わせてしまいつつある。

(2) 各々の街路パターンの性質についての研究はあるが、異なる種類の街路パターンの混合による都市空間の分かり易さについて、視覚行動(引用文献)から考察した研究は見られない。

2. 研究の目的

(1) 異なる2種類の街路パターン(街路IR、GR)を混合し(図1~3)実験を行った(表1、2)結果から様々な人々が容易に利用可能な空間構造を持つ都市設計基準として利用可能なデータを得ることを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 実験調査ならびに分析概要、実験街路を示す(表1、2)(図1~3)。

4. 研究成果

(1) 平均到達Link数の結果を示す(図4)。最も多かったのは、歩行案内では街路SB、3D案内では街路SCだった。

表1 実験調査1ならびに分析概要

実験・調査場所	大阪工業大学1号館・2号館、大宮ラーニングcommons、梅田会議室 大阪府大阪市旭区清水3丁目、5丁目、新森5丁目
実験・調査期間	属性識別テスト 2016年10月17日から2017年5月30日の期間に断続的に実施 街路歩行実験 2016年11月29日から2017年5月30日の期間に断続的に実施
協力者 実験ルート	健康な18~23歳の男女101名(男70,女31) 代表的な街路である、不規則に曲がった街路(街路IR) 格子状の街路(街路GR)の混合比率を変えたルート(図1~3)を使用。 ルート内で体験する街路タイプの順序による偏りを避けるため、各々の街路についてstartとgoalを逆転して施行した。そのため、施行パターンは計6種である。正、逆合わせたルートを街路SA、SB、SCとする。
街路案内方法 3D案内	① 都市空間内で実験者が実験協力者に実験及び3D映像機器の説明。 ② 都市空間内で実験者が実験協力者にルート案内アニメーションを提示。 ③ 実験者の指示により、実験協力者がルートのスタートからゴールまで描画。 ④ 実験者の指示により、実験協力者がルートのスタートからゴールまで歩行。実験協力者にヘッドカメラを装着してもらう。 ⑤ 実験者は実験協力者の背後およそ5mから歩行行動をビデオカメラに記録。 ⑥ ルートを間違える、またはゴール到達と同時に歩行終了。
街路案内方法 歩行案内	① 都市空間内で実験者が実験協力者に実験の説明。 ② 都市空間内で実験者が先導し歩行。実験協力者にルートを案内。 ③ ゴール地点で実験者の指示により、実験協力者がルートのスタートからゴールまで描画。 ④ スタート地点まで戻る。 ⑤ 実験者の指示により、実験協力者がルートのスタートからゴールまで歩行。実験協力者にヘッドカメラを装着してもらう。 ⑥ 実験者は実験協力者の背後およそ5mから歩行行動をビデオカメラに記録。 ⑦ ルートを間違える、またはゴール到達と同時に歩行終了。
アンケート 調査方法	① 上記2通りの都市空間内の歩行終了後、アンケート1(ルートを記憶する際重要視したこと)を記入。
分析方法	実験協力者によるルートのスタートからゴールまでの歩行行動を実験者が背後からビデオカメラで記録した。このデータからリンクの通過時間をストップウォッチで計測し分析に用いた。認知地図の分析は、実験協力者がルートのスタートからゴールまで描画したものをを用いた。実際のルートと同一の街路までを正解としLinkを定め、実際の距離との誤差を出し平均化した。実験協力者101名分の背後ビデオデータから街路歩行到達Linkを集計し分析した。実験開始時に認知地図、終了時にアンケートの難易度レベルを集計し分析に用いた。



図1 実験街路A (IR50%、GR50%)

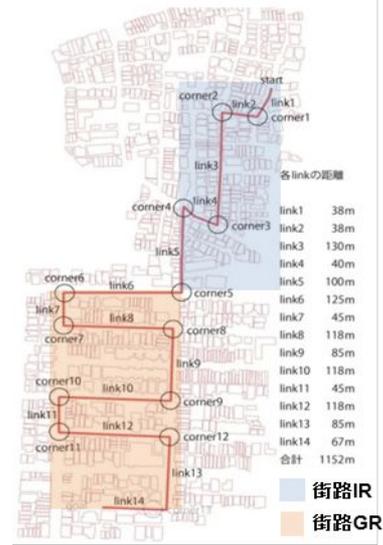


図2 実験街路B (IR30%、GR70%)

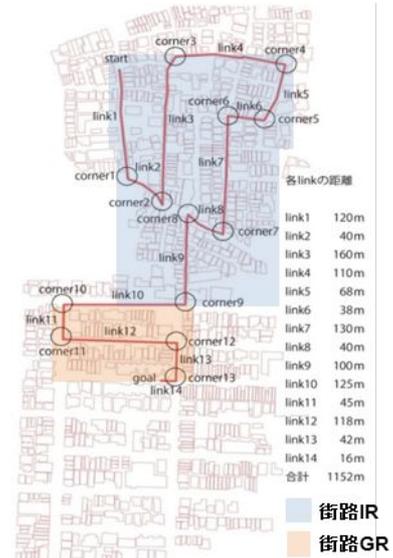


図3 実験街路C (IR70%、GR30%)

表2 実験調査2ならびに分析概要

実験・調査場所	大阪工業大学 梅田キャンパス 10階 講師控室(実験室) 大阪府大阪市北区茶屋町1番45号	
実験・調査期間	属性識別テスト	2018年1月17日 から2018年2月5日の期間に断続的に実施
	街路歩行実験	2018年2月15日から2018年2月28日の期間に断続的に実施
実験室・機器	実験室	実験室:4610×5334×3000mm スクリーン:900×1200mm
	機器	アニメ作成・歩行ソフト:ラムズ社製WALK THROUGH PRO2.6J アニメ提示:APPLE社製MacBookAir CPU1.7GH, RAM8GB 歩行:APPLE社製PowerMacG4 CPU1.2GH, RAM2GB 脳波計測:EMOTIV社製EMOTIV PRO
協力者 実験ルート	健康な20～23歳の男女6名(男3,女3) 代表的な街路である、不規則に曲がった街路(街路IR) 格子状の街路(街路GR)の混合比率を変えたルート(図1～3)を使用。 ルート(図1～3)をCGによって作成した。 ルート内で体験する街路タイプの順序による偏り为了避免のため、各々の街路についてstartとgoalを逆転して施行した。そのため、施行パターンは計6種である。正、逆合わせたルートを街路SA、SB、SCとする。	
街路案内方法 3D案内	① 実験室内で実験者が実験協力者に実験及び3D映像機器の説明。 ② 実験室内PCで実験者が実験協力者にルート案内アニメーションを提示。 ③ 実験者の指示により、実験協力者がルートのスタートからゴールまで描画。 ④ 実験協力者にヘッドカメラを装着してもらい、実験者の指示により実験協力者がPCを操作してルートのスタートからゴールまで歩行。 ⑤ 実験者は実験協力者の背後およそ1.5mから歩行行動をビデオカメラに記録。 ⑥ ルートを間違える、またはゴール到達と同時に計測終了。	
アンケート 調査方法	① 上記の都市空間内の歩行終了後、アンケート1(ルートを記憶する際、重要視したこと)を記入。	
分析方法	実験協力者によるルートのスタートからゴールまでの歩行行動を実験者が背後からビデオカメラおよび、PCのHD録画により記録した。 実験協力者に装着した脳波計により、脳波を計測した。	

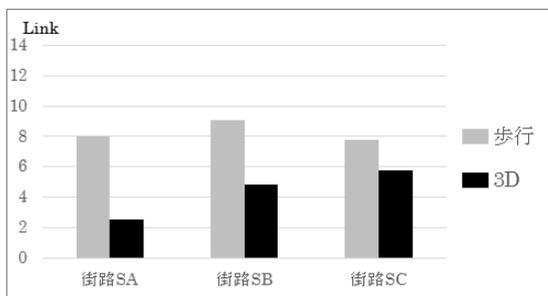


図4 歩行者到達 Link 数

(2) 平均歩行速度の結果を示す(図5)。最も速かったのは、歩行案内、3D案内ともに街路SBだった。

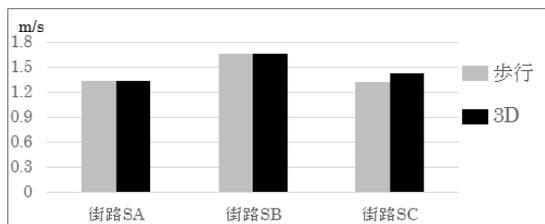


図5 平均歩行速度

(3) 視覚行動回数(注)を示す(図6)。すべての区間で視覚行動が多かったのは189で、大通りから左に曲がる途中に木が生えており、視界が悪くなっている区間であった。また、大通りから別の幅の道につながるという特徴もみられた。

何を重視してルートを歩いたかについて問い、その結果を示す(図7～18)。「目印」を重視して歩いていたのは、主に歩行案内によるルートであり、ほぼ全てランドマークを

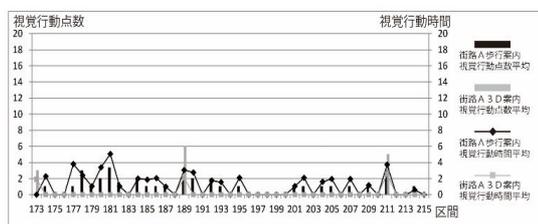


図6-1 街路Aの視覚行動回数(173～215)

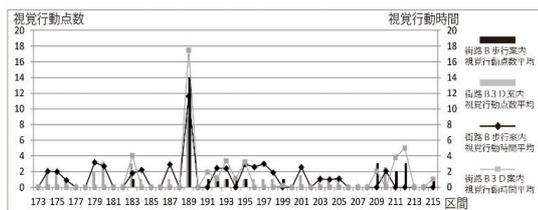


図6-2 街路Bの視覚行動回数(173～215)

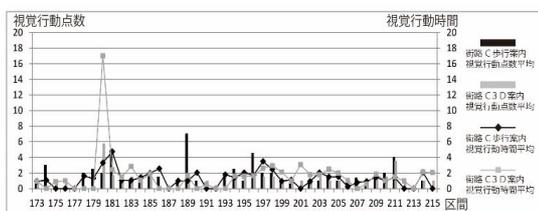


図6-3 街路Cの視覚行動回数(173～215)

重視して歩いていたことが分かった。「方向」を重視して歩いていたのは、主に3D案内によるルートであり、ほぼ全て曲がる向きを重視して歩いていたことが分かった。途中で重視する対象の変化が起きたルートは街路SBの歩行と街路SCの3Dだった。街路SBの歩行は前半が「交差点の数」で中盤、後半が「目印」だった。これは歩行がスタートからすぐ曲がり道があるため、曲がる向きを意識し、中盤、後半は目印として記憶しやすいランドマークを意識し記憶していたためと考えられる。街路SCの3Dは前半が「交差点の数・方向」、中盤は「方向」、後半は「方向・目印」だった。これは交差点が多いためだったと考えられる。

(4) アンケート難しさレベル平均の結果を示す(図19)。最も易しいと感じたのは、歩行、3Dともに街路SBである。

認知地図の全体距離については、実際値1152mより少なく描いてあるものがほとんどだった。実際値と比較して、53%ほどしか描かれていなかった。

認知地図に描かれたランドマークの数は全ルートとも建物が約6割と最も多かった。

(5) 方向感覚誤差が最も大きかったのは街路SCであった(図20)。

(6) 3つの街路の特徴を整理して比較する(表3)整理に用いたのは街路の全体的な性質について判断するためのデータである。これらのデータについて、最も平均到達Link数が多い、平均歩行速度が速い、方向感覚誤差が少ない、難易度が低かったなどのわかりやすさを求められる街路の性質にとって利点と考えられるデータをポジティブとし1点

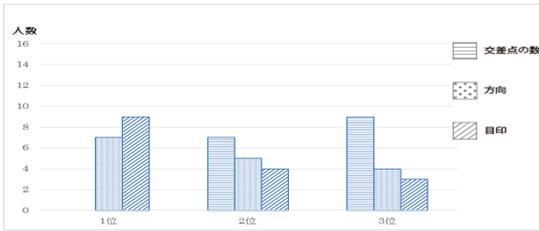


図7 利用情報の重要さの順位 (往路A・歩行)

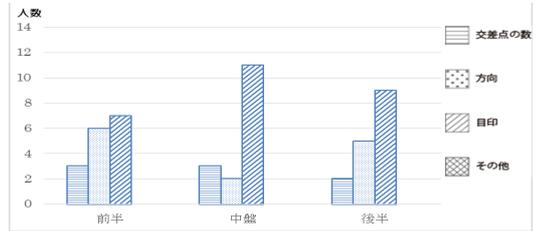


図13 何を重視してルートを決めたか(往路A・歩行)

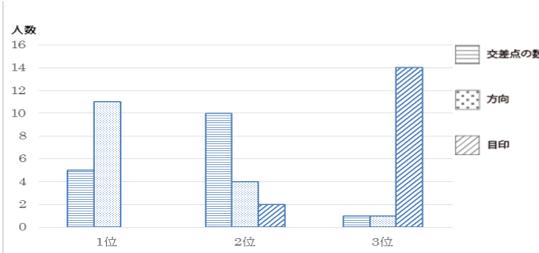


図8 利用情報の重要さの順位 (往路A・3D)

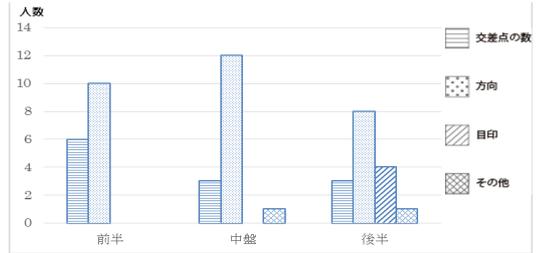


図14 何を重視してルートを決めたか(往路A・3D)

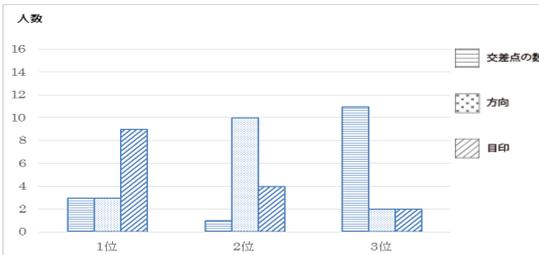


図9 利用情報の重要さの順位 (往路B・歩行)

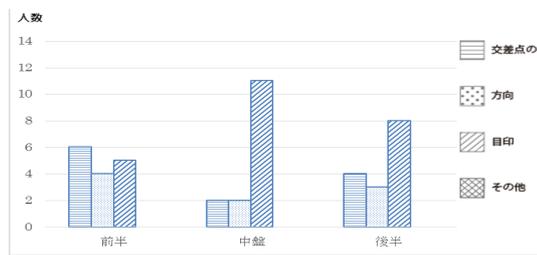


図15 何を重視してルートを決めたか(往路B・歩行)

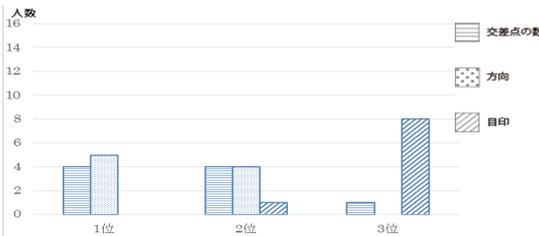


図10 利用情報の重要さの順位 (往路B・3D)

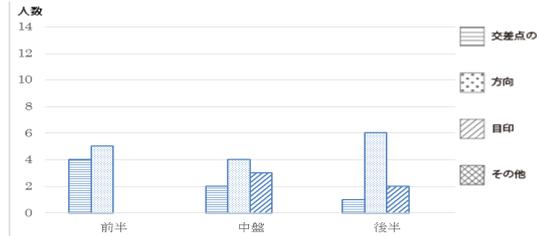


図16 何を重視してルートを決めたか(往路B・3D)

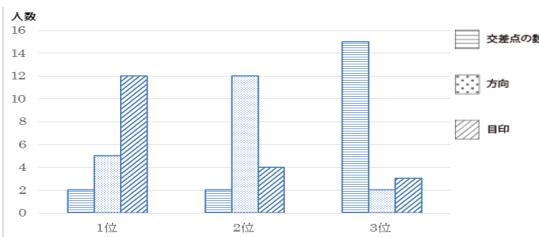


図11 利用情報の重要さの順位 (往路C・歩行)

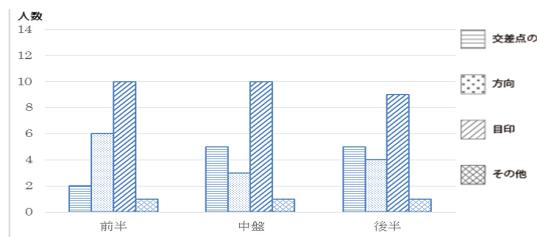


図17 何を重視してルートを決めたか(往路C・歩行)

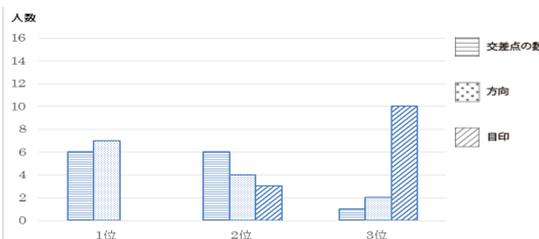


図12 利用情報の重要さの順位 (往路C・3D)

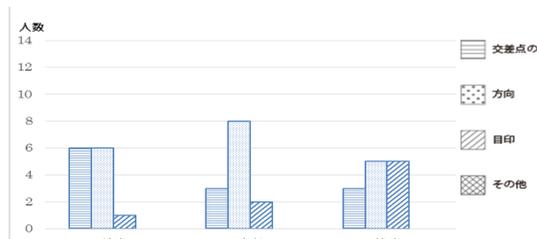


図18 何を重視してルートを決めたか(往路C・3D)

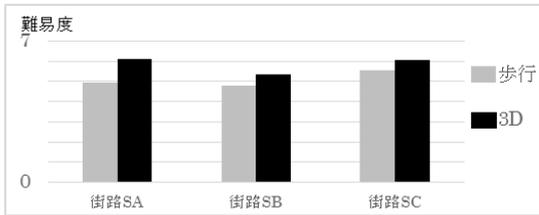


図 19 アンケート難しさレベル平均(7段階)

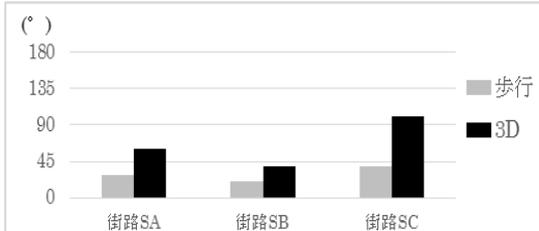


図 20 方向感覚誤差

とした。最も平均到達 Link 数が少ない、平均歩行速度が遅い、方向感覚誤差が大きい、難易度が高いなどのわかりやすさを求められる街路の性質にとって欠点と考えられるデータをネガティブとし-1点とした。3つの街路のうち、中間の位置するデータについてはニュートラルとし0点とした。このように点数化し、整理し比較した。表3をもとにすると、実際に街路を歩いて覚え、歩行する場合、また将来的にCGによる街路空間内の設計を基準と考えたいいずれの場合でも街路Bが適切であると推察される。

しかし、街路IRと街路GRを混ぜずに街路の特質を探った西應ら(引用文献n)の実験では歩行案内の場合、街路GRよりも街路IRのほうが記憶しやすいという結果が出ている。このことから推察すると、IR単体と複合街路では歩行者にとっての難易度が大きく異なると考えられる。

(7) CG街路歩行中の連続的な情報処理の状態を調べるために、実験協力者に脳波計を装着してもらい、ルートのスタートからゴールに至るまでの脳波を計測する実験を行った。本実験で使用した脳波計は、拡張国際10-20法に基づく14個の電極位置により脳波データを取得する。脳波データ(サンプリングレート 128SPS)は脳波計からワイヤレスで、

表 3 点数化の比較

	A		B		C	
	歩行	3D	歩行	3D	歩行	3D
街路歩行到達Link数	0	-1	1	0	-1	1
街路別平均歩行速度	-1	0	1	1	0	-1
方向感覚誤差	0	0	1	1	-1	-1
アンケート難しさレベル平均	1	-1	0	1	-1	0
点数化 合計	0	-2	3	3	-3	-1

凡例: ポジティブ(1)、ネガティブ(-1)、ニュートラル(0)

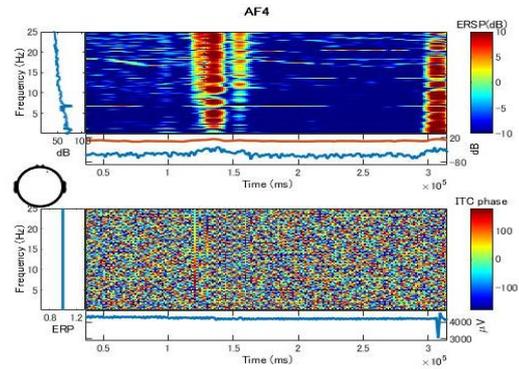


図 21 時間周波数スペクトラムパワーマップ(電極位置 AF4, Subject 1)

被測定者後方に位置する実験担当者の PC 内の専用アプリケーション (Emotiv 社製 EMOTIV PRO) に送られる。

実験データに高速フーリエ変換による時間周波数解析を実施した。なお、本実験では、西應ら(引用文献)や Hyman ら(引用文献)の知見にもとづき、右半球の前頭部分の電極位置 AF4 において取得しデータを分析する。なお立岡ら(引用文献)の報告より知的活動をしている時などに発現するといわれている波を用い、周波数帯域は使用アプリケーション(注)より 12~25Hz とする。電極位置 AF4 における時間周波数スペクトラムパワーマップの例を図 21 に示す。これより波は実験終了を申告直前と実験開始後数度目の巡回時に出現する傾向が確認された。

今後の研究としては、ルート歩行時の記憶の減衰について、即自的な変化を捉えることが出来る脳波計測によるデータを収集して、波の出現する街路の形状との対応を調べることが必要であることが分かった。

<引用文献>

宮岸幸正・材野博司: 景観のシークエンスに関する基礎的研究-景観視覚行動と空間の開閉度を中心として-日本都市計画学会 学術研究論文集, pp.433~438, 1991.11

西應浩司・材野博司・松原斎樹・藏澄美仁: 認知地図からみた都市空間の連続的認識, 日本建築学会計画系論文集, No.529号, pp.217-223, 2000.3

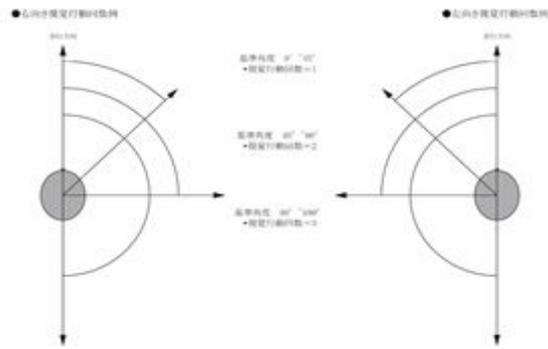
西應他: 左脳優位型と右脳優位型の空間認知の比較, 日本建築学会計画系論文集, No. 554, pp.219-225, 2002.4

Hyman et.al: Medial Prefrontal Cortex Cells Show Dynamic Modulation With the Hippocampal Theta Rhythm Dependent on Behavior, HIPPOCAMPUS 15, pp.739-749, 2005

立岡他: 波を用いた思考判別に関する基礎的考察, ファジィシステムシンポジウム講演論文集, Vol.22, pp.512-517, 2006.9

<注>

視覚行動回数は下記の図にもとづいて算出した。



MathWorks 社製 MATLAB R2018a , toolbox  
として EEGLAB を使用。

### 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0件)

〔学会発表〕(計0件)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等  
なし

### 6. 研究組織

(1)研究代表者

西應 浩司 (NISHIO, Koji)  
大阪工業大学・ロボティクス&デザイン工  
学部・教授

研究者番号：70364239

(2)研究分担者  
( )

研究者番号：

(3)連携研究者  
( )

研究者番号：

(4)研究協力者  
横山 広充 (YOKOYAMA, Hiromitsu)