

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 12 日現在

機関番号：11501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26330307

研究課題名(和文)空間認知におけるセレンディピティの解明

研究課題名(英文)Elucidation of Serendipity in Spatial Cognition

研究代表者

野本 弘平(Nomoto, Kohei)

山形大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号：60456267

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：街を歩いているとき魅力あるものを発見する人もいるし、それに気づくことさえなく通り過ぎる人もいる。偶然に価値あるものを発見する能力はセレンディピティと呼ばれる。この発見はしかし偶然のものではなく、この能力は一定のメカニズムにより達成される。本研究はこのメカニズムを解明するために行われた。

情報は知覚、興味、心象、行動から成るサイクルで処理されるものとする。すなわち人は環境から選択的に情報を得、その人の特性により情報を再構築し、その興味を用いて街の心象を形成し、そしてこの心象に誘われて新たな方向に導かれる。各段階の処理は実験データに基づいて解析され、日本人と外国人、居住者と来訪者の比較が行われた。

研究成果の概要(英文)：Some people discover something attractive while they are walking in a town, whereas others pass by without even noticing it. The ability to discover something valuable by chance is called serendipity. This discovery, however, is not made by chance and this ability is accomplished by a certain mechanism. This study was carried out to elucidate this mechanism.

Information is considered to be processed in a cycle which consists of perception, interest, image and action. In other words, people obtain information from surroundings selectively, reconstruct the information based on their attitude, create their own idea of the town using the interest and are led to a new direction by the image. The each processing is analyzed based on experimental data and comparison between Japanese and non-Japanese and between residents and visitors were made.

研究分野：感性情報学

キーワード：セレンディピティ 空間認知 街 魅力 発見 視線計測 共起グラフ 興味

1. 研究開始当初の背景

先行となる科研費研究「感性と状況認識の空間移動理解における役割の解明」の遂行を通して、実験参加者が歩行中に多くの発見をしており、その発見が空間移動理解に強く関わっていることに気づいた。しかしその発見する能力は人により大きく異なり、例えば歩いていて街の魅力の気が付く人もいれば、気づかずに通り過ぎてしまう人もいる。しかも一見偶然のようなその発見は、一定のメカニズムにより達成されていることが予測された。また、この発見の価値には多様性があり、発見する人の属性により違いがあることも予測された。

2. 研究の目的

人が移動中に一見偶然のような発見をする能力を、ここでは空間認知におけるセレンディピティと呼ぶことにする。そしてこの能力を一種の暗黙知、すなわち、習得された能力ではあるが本人にもそれを言葉で説明することは困難なものとして解釈し、そのメカニズムを考える。

この能力の特徴は、本人が見つけようと努力して価値あるものを見つけているわけではないことである。むしろ本人を囲む環境に促されてそれを見つけているように予測される。したがって、この発見は人と環境との相互作用により実現されるもので、その能力の高い人はその相互作用の仕方に特色があるものと考えられる。

本研究では、人と外界との相互作用として図1に示すサイクルをメカニズムとして考える。人は外界の中を移動しながら膨大な情報に触れ、そのごく一部のみを抽出して知覚する。このときどの部分を抽出するかは、無意識の注意配分により選択される。この注意配分は人の属性により左右される。

そして知覚情報は人の内部で、知覚、興味、心象、および行動のサイクルで処理される。つまり、抽出された知覚情報が知覚処理され、つぎにそれらが興味として解釈され、そしてそれらは蓄積されてそれまでにその人が持っていた興味とも統合されて心象を形成する。最後にその心象は次の行動を促し、その行動により環境の見え方を変化させ、新たな情報知覚獲得に繋がる。

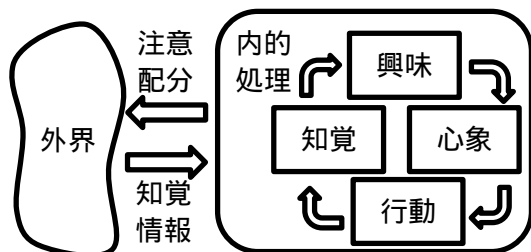


図1 人と外界との相互作用

以上の相互作用を、実験データに基づいて解析し、各段階で空間認知のセレンディピティを明らかにすることが本研究の目的であ

る。また、この能力には多様性があるものと考え、人のカテゴリによる違いを明らかにすることも、本研究の目的である。

3. 研究の方法

(1) 実験の概要

移動中の一見思いがけない発見は、図1のような人と外界との相互作用により実現される。つまり、外界の何かに気付いて興味を得、それにより心象を形成してその結果、行動を誘われる。すると、その行動により見える世界が変化し、新たな知覚世界を得ることで、再びサイクルを繰り返すことになる。

人と外界との相互作用を観察するためには、実験に用いる刺激は、実世界の環境でなければならない。そして、実験参加者がその環境との相互作用の共通体験をする時のデータを取得する。特に、この研究における一連の実験では、街の中を歩くという状況での相互作用を扱った。

また、実験参加者は、人としての属性が異なる2つのグループの比較を行った。それらは、居住者と来訪者、日本人と外国人、および何十年もその街に住んでいる人とこの2,3年の内に来た人の比較実験である。

これらの一連の実験はすべて、研究代表者が所属する機関の「ヒトを対象とした研究についての倫理審査」を受審し許可されたものである。

(2) 知覚データの取得

街を歩くとき、外界からの知覚情報には、風景、周囲音、皮膚感覚、あるいは匂いなど様々なものがあるが、ここでは影響が大きい視知覚により知覚処理を検討することとする。

視知覚の測定のためには視線計測装置を用いた。この装置により、実験参加者が見ている場所をピンポイントで検出することが出来るので、外界から情報を抽出するときの注意配分を知ることが出来る。実験参加者の特性により、外界のどの方向、どの対象に注意が向けられているかが異なるので、それらの比較を行った。

また、この比較は、全実験参加者で共通の座標系で行わなければならないので、遠近法の消失点を原点とする座標系を定義し、これに各計測データを変換する方法を考案した。

(3) 興味データの取得

写真撮影を実験課題にすることにより、興味データの取得を行った。これは、一定の範囲、あるいはあらかじめ決められた経路を散策する実験参加者に、「興味を持ったものを写真に撮影してください」実験課題を課すものである。

撮影後に実験参加者には、それぞれの写真について撮影された位置とカメラを向けた対象あるいは方向を地図上に記入してもらった。さらに、撮影対象が何であるかを、文字で記述してもらった。これは、写真だけではなく、その中に写っている何が興味を引いた

ものかを一意に判断できない場合があるからである。

(4) 心象データの取得

前節で述べた各写真に関する地図上への記入と撮影対象の記述の際に、その対象に興味を持った理由を説明する文章を実験参加者に作成してもらった。

このデータは、形態素解析を行って、使用されている単語を抽出し、それぞれの興味対象についての各単語の出現頻度および共起頻度を計算した。これをネットワーク解析することにより、単語同士の結びつきを定量的に解釈することにより、実験参加者の心象を考察する。

(5) 行動データの取得

実験参加者に街の一定の範囲を自由散策し、興味対象を撮影してもらった。この実験において、実験参加者は街の風景に誘われてどのような経路を彼らが選んだか、そしてどこで写真撮影をしたかというデータを取得することが出来る。これらのデータを道の最小区間と対応させ、統計的に扱うことにより、相互作用により誘発される行動について解析を行った。

4. 研究成果

(1) 日本人と外国人の街中散策時の視行動の比較 [知覚の研究]

人が外界から得る知覚情報の最大のもののは視覚情報である。街中の散策の時、注意配分は人によって異なり、その結果として得られる視覚情報も違いがある。一方、2020年の東京オリンピックを見据える現在、日本は政府を挙げて観光の国際化に取り組んでいる。

研究代表者らは、来日外国人の視行動を日本人と比較して知るための実験を行った。その実験では、東京の下町の商店街（屋根のついた歩行者のための道）を実験地とし、この地区の住人の日本人（居住者）、この地区を初めて訪れる日本人（日本人来訪者）、およびこの地区を初めて訪れる外国人（外国人来訪者）の3種類の実験協力者に、視線計測装置を装着してこの商店街を歩いてもらった。

人は視線をある範囲に留まらせる注視とその視線を移動させるサッカドを繰り返すが、注視の時にしか視覚情報は得られていない。本研究では、視線が視角 2 [deg] 以内の範囲に 133msec (4 フレーム) 以上留まっていた場合を注視と定義して、その抽出を行った。

視線計測装置には目を撮影するカメラと視界を撮影するカメラがあり、キャリブレーションにより、視界画像上に見ている点が重畳表示されるように調整して、視線データを表示する。したがって、この重畳表示から、実験参加者が見ていたものを知ることが出来る。図 2 は、各視対象の注視割合である。図から分かるように外国人来訪者は居住者や日本人来訪者に比較して、店外品、すなわち商店街の道に面した棚に陳列された商品

をよく見ている。

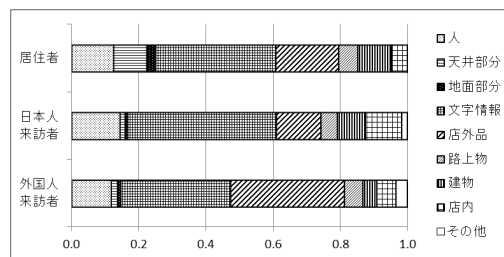


図 2 各視対象の注視割合

この重畳表示による視線の位置を座標系の数値データで表すと、頭部に固定された動座標系で表現されたものとなる。一方この研究において知りたいことは、実験協力者が街路風景(streetscape)のどこを見ているかということである。そしてさらに、多数の実験協力者のデータを統計的に扱って、それらの平均像を明らかにしたい。そのためには、それぞれの実験協力者やその時々々の頭部の向きに依存しない静止座標系に、前記動座標系の視線データを変換する必要がある。本研究では、商店街の風景を遠近法で表現した時の消失点を原点とする静止座標系を設定し、これに前期の動座標系のデータを変換して、解析を行った。

図 3 はこの解析結果をまとめたもので、注視点の分布を、横軸に水平方向の位置、縦軸に垂直方向の位置をそれぞれ取って示している。同図から分かるように、外国人来訪者は、注視点の空間分布が水平方向に広いことが分かる。しかもその水平方向の両端の部分で低い位置に注視点があり、これは前述のように、店外品を見ていることが分かる。

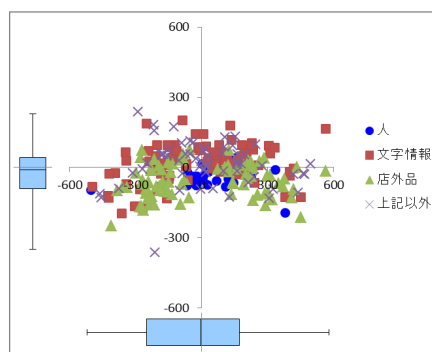


図 3 外国人来訪者の注視点の空間分布 (2) 居住者と来訪者との興味の空間分布と視対象のとらえ方 [興味の研究]

街の居住者と来訪者とが、街の中でスタート地点とゴール地点との間を自由散策しながら、興味を持ったものを撮影するという課題の実験を行った。スタート地点とゴール地点との距離は直線で約 700 m であるが、直接この 2 点を結ぶ道はなく、多くの道は格子状であって 2 点を結ぶ直線はこれらの格子にほぼ 45 度の角度を成している。

実験参加者の撮影視線の高さを、彼らが撮影した写真の中心から判断し、解析を行った。撮影視線の高さは表 1 の 3 つの区分で集計し

た。(実験協力者は全員成年男子で、身長に大きな違いはなかった)

表1 撮影視線の高さの区分

区分	意味
1.55m 未満	目の高さ未満
1.55m 以上 2.5m 未満	目の高さから一階天井の高さ
2.5m 以上	一階天井の高さ以上

その結果、居住者と来訪者の撮影視線の高さは図4に示すようになった。同図から分かるように、居住者の撮影視線は1.55m以上2.5m未満の高さに集中してその上下には少なく、来訪者のそれは逆になっている。この1.55m以上2.5m未満の高さは、最も見やすい高さであり、宣伝広告などの見てもらいたい情報はこの高さに掲示される。このため、居住者は生活上有用な情報を抽出しようとしてこの高さに興味を集中するものと考えられる。これに対して来訪者が撮影した写真を見ると、1.55m未満の高さでは草花や川の流れを撮影した写真など、2.5m以上の高さでは屋上看板を撮影した写真などがそれぞれ多かった。このことは、来訪者は初めて訪れる街に対して自分を取り囲む空間全体をとらえようとして、興味対象を求める範囲が全方向に分散させているものと考えられる。

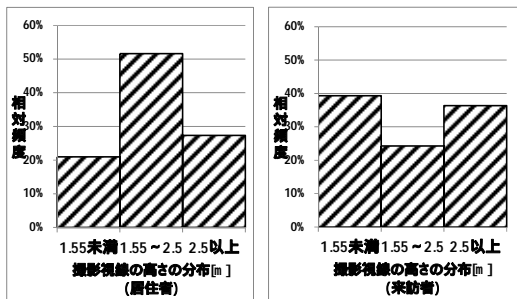


図4 居住者と来訪者の撮影視線の高さ

さらに、撮影した写真の構図の比較を行うために、全写真の構図を次のように分類した。まず写真の構図を、撮影した主部が奥行き方向に伸びる道に沿った風景であるものと、建物などの対象であるものとに分けた。そして対象の場合は、その対象全体が撮影されているかまたはその一部だけが撮影されているかに分類し、さらにそのそれぞれで背景に空が移っているか否かにより分類した。

その結果、居住者と来訪者の写真の構図は図5に示す構成比になった。この図から「対象全体(空あり)」の構図が有意水準0.05で来訪者の方が多く、「対象一部(空なし)」の構図が有意水準0.05で居住者の方が多いことが分かる。このことは、前述の撮影視線の高さの解析と同様に、生活視線の居住者は見慣れた全体像の中から興味あるものを抽出してクローズアップし、来訪者は初めて見る街の建物などの対象を全体像としてとらえようとしているからであると考えられる。

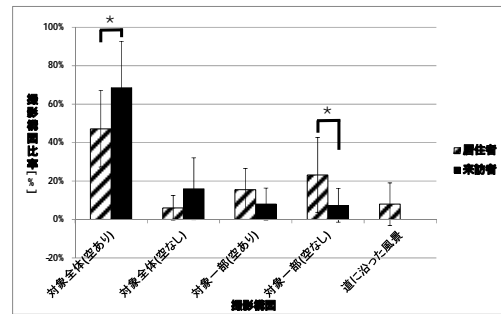


図5 居住者と来訪者の撮影構図

(3) テキストデータによる街のイメージの解析と居住者と来訪者との比較 [心象の研究]

居住者と来訪者に街の中を散策し、その間興味を持った対象を撮影してもらった。そして散策後に、それぞれの写真についてなぜ興味を持ったかを、文章で説明してもらった。

この文章を形態素解析し、この説明文章に用いられている単語を品詞ごとに抽出した。その結果、この説明文章に用いられていた品詞の構成は、図6に示すものであった。

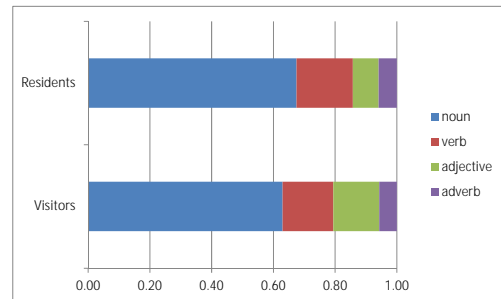


図6 説明文章に用いられた品詞の構成

そして各単語の出現頻度を集計し、さらに共起頻度を計算した。ここで、共起の単位、すなわちどの範囲に同時に出現すれば共起とするかという単位には、それぞれの撮影写真に対する説明文章とした。また、共起の強さは Jaccard 係数

$$J(a,b) = |A \cap B| / |A \cup B| \quad (1)$$

により定義した。ここで、A, B はそれぞれ単語 a, b が出現する説明文章の部分集合であり、記号 || は濃度を意味する。

そして各単語の出現と共起に基づき、出現する単語をノード、それらの共起をエッジとする共起グラフを作成した。さらに、単結合、すなわち各単語が2通り以上の経路で連絡できない関係であるとき、それらの単語を切り離すことにより、共起グラフから島の抽出を行った。また、これらの島を結び単語でこれらの島には属さない単語の中で次式で定義される量の大きいものを橋として抽出した。

$$\text{Bridge}(w_b, I_i, I_j) = \min\{\max_k\{J(w_b, w_{k \in I_i})\}, \max_k\{J(w_b, w_{k \in I_j})\}\} \quad (2)$$

ここで、 w_b は橋の候補である単語、 $w_{k \in I_j}$ は

島 I_i の k 番目の単語, $J(w_k, w_i)$ は単語 w_k と単語 w_i との間の Jaccard 係数をそれぞれ意味する.

以上の処理の結果, 居住者と来訪者のイメージの島と橋として, それぞれ図 7a, 7b が得られた. これらの図では, ノードの円の大きさは単語の出現頻度を表している.

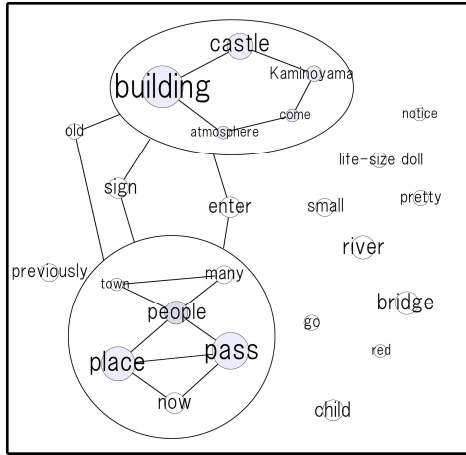


図 7a 居住者のイメージの島と橋

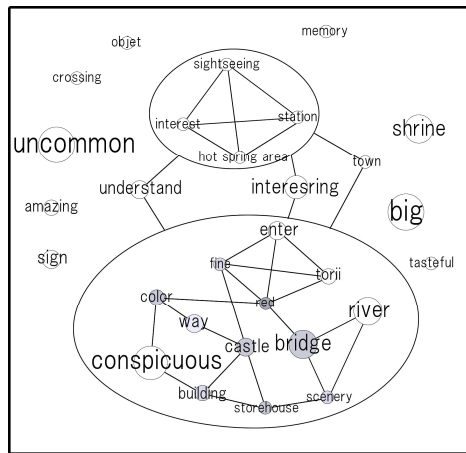


図 7b 来訪者のイメージの島と橋

居住者の島は 2 つあり, 1 つは building, castle など構成されるもので, 元の説明文章は長年住んだ街への思いや愛着に関するものであった. もう 1 つは place や pass など構成されるもので, 元の説明文章は現在目の前にある店や施設を説明し, 往時の姿との比較や自分の思い出などに触れる内容であった.

来訪者の島も 2 つあり, 1 つは sightseeing や station など構成されるもので, 元の説明文章はこの街の印象や感じたことを述べるものであった. もう 1 つは bridge や river など構成されるもので, 元の説明文章は珍しいものやこの街ならではの発見に関する内容であった.

居住者と来訪者のこれらの 2 つずつの島はそれぞれ対応しており, 前者の島は観念的なイメージ, 後者の島は現実的なイメージをそれぞれ表しているものと考えられる.

(4) 街の散策における居住者と来訪者との

経路選択行動と撮影行動 [行動の研究]

小都市の中心地区を居住者と来訪者に自由に散策し, 興味を持った対象を撮影してもらう実験を行った. この地区は, 歴史を感じさせる商店街, 飲食街, 川沿いの家並み, 城へ続く道, 映画のロケ地, 温泉街のメインストリート, 温泉街住人のための生活空間など様々な要素により構成されている.

この実験では, 自由散策の範囲とした地区を街道沿いに 700m, それと垂直方向に 600m と広くとり, さらにその散策時間を 60 分と長くすることで, 実験参加者の多様な興味とそれにより誘発される行動を測定することを主眼としている.

測定データの統計処理を行うために, その地区内のすべての道を交差点や分岐点で分割し, その両端内には進行方向選択の余地のない 68 の区間に分けて, それぞれの区間で集計を行った. その地区と分割した道の区間を図 8 に示す.

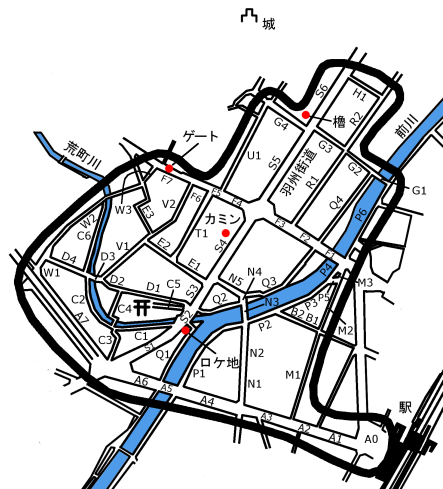


図 8 実験を行った地区と分割した道の区間

居住者と来訪者として, それぞれの区間を通った人の割合を通過率として集計し, 降順にまとめたものを図 9 に示す. 図から, 通過率の上位の部分で両者に違いがあり, 居住者の 70% 以上を呼び込んだ区間は極めて少ないが, それだけの来訪者を呼び込んだ区間はいくつかがあることが分かる. このことは, 来訪者は特定の区間に集中する傾向があることを意味している.

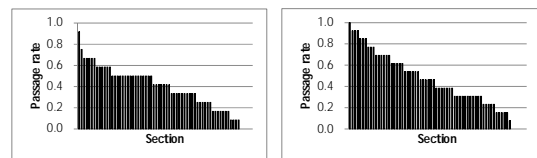


図 9 居住者(左)と来訪者(右)の通過率

居住者と来訪者として, それぞれの区間で撮影を行った人の割合を撮影率として集計し, 降順にまとめたものを図 10 に示す. 図から, 撮影率の裾野の部分で両者に違いがあり, 居住者では裾野は早く途切れて 0.0 になっているのに対し, 来訪者では裾野が比較的長く延びている. このことは, 居住者が無関心な区

間でも来訪者は興味を持つ可能性があることを意味している。

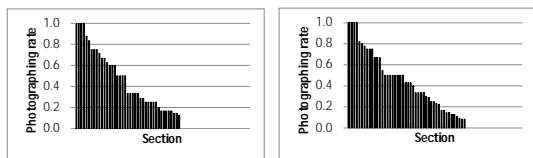


図 10 居住者(左)と来訪者(右)の撮影率

この研究では、各区間に対して居住者と来訪者との通過率と撮影率を求め、それぞれの区間がなぜそれらの行動を誘発したのかを検討した。その結果明らかになったこととして次がある。

居住者は気が付いていない価値を来訪者が見出している所として、温泉街住人のための生活空間などが見いだされた。この空間は地元の人が行く共同浴場や普通の店舗がある裏町であり、居住者にとっては毎日の繰り返しの中の街である。しかし来訪者にとっては、ほかの土地では味わえないこの街独特の雰囲気を感じるものであり、その雰囲気が彼らに引き込み、撮影をさせている。このように、街の個性というものが来訪者には魅力として感じられることが多い。

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)

野本弘平, 佐藤大介: “街路景観の興味に関する居住者と来訪者との比較 - 上山における実験 -”, 2016, 日本感性工学会論文誌, 査読有, 2016, vol.15, no.3, pp.353-362, DOI: 10.5057/jjske.TJSKE-D-15-00081.

野本弘平, 丸山昂: “街の印象に関する居住者と来訪者との比較”, 知能情報ファジィ学会論文誌, 査読有, 2015, vol.27, no.2, pp.561-569, DOI: 10.3156/jsoft.27.561.

野本弘平, 近藤結花, 齊藤駿也, 西山弘泰: “積雪の有無が空間認知に与える影響”, 電子情報通信学会論文誌 A, 査読有, 2014, vol.J97-A, no.5, pp.378-386.

[学会発表](計13件)

長澤朋哉, 佐藤亮, 浅野優, 風岡拓翔, 富田有香, 野本弘平: 街歩きにおける訪問経験による視線の空間的・時間的分布への影響, 平成 29 年度日本知能情報ファジィ学会東北支部研究会, 2018, 2-3, pp.17-20.

下坂卓矢, 佐藤亮, 野本弘平: 日本人と外国人の視行動に関する静的な解析と動的な解析, 第 33 回ファジィシステムシンポジウム, 2017, WB2-2, pp.111-116.

佐藤大介, 佐藤亮, 長澤朋哉, 野本弘平: 単語の共起に基づく街のイメージの解析, 第 33 回ファジィシステムシンポジウム, WB2-1, 2017, pp.107-110.

高口花萌, 佐藤亮, 野本弘平: 魅力価値発見能力と視行動の特徴, 日本知能情報ファ

ジィ学会第 27 回ソフトサイエンスワークショップ・平成 28 年度東北支部研究会講演論文集, 2017, pp.55-56.

下坂卓矢, 佐藤亮, 野本弘平: 街の散策における日本人と外国人との視行動の比較, 第 70 回知的システム研究会, 2016, pp.17-20.

Kohei Nomoto and Naruki Noguchi: “Analysis of Images of Streetscapes by Text Data and Comparison between Residents and Visitors,” SCIS & ISIS 2016, 2016, pp.622-626.

佐藤亮, 佐藤大介, 野本弘平: 注意配分と魅力あるものを見つける能力との関係, 第 32 回ファジィシステムシンポジウム, 2016, FB1-2, pp.603-606.

佐藤大介, 佐藤亮, 野本弘平: 街の価値あるものを発見する能力(セレンディピティ)と注意配分, 平成 27 年度知能情報ファジィ学会東北支部研究会, 2016, pp.T-33(88) - T36(91).

野口成紀, 野本弘平: 居住者と来訪者の街路景観の印象に関する研究 - テキストデータによる解析 -, 平成 27 年度知能情報ファジィ学会東北支部研究会, 2016, pp.T-29(84) - T32(87).

野口成紀, 下坂卓矢, 野本弘平: 街路景観の印象に関するテキストデータによる解析, 第 68 回知的システム研究会, 2015, pp.13-16.

野本弘平, 佐藤大介, 下坂卓矢: 居住者と来訪者との認知の比較-上山における実験-, 第 31 回ファジィシステムシンポジウム, 2015, FD1-3, pp.757-760.

野本弘平: 移動時における環境知覚と空間認知, 知能情報ファジィ学会東北支部・パーティクルフィルタ研究会・合同研究会, 2015.

塚田恵介, 笹木貴信, 野本弘平: 散策における居住者と来訪者との注意配分の違い - 上市市における実験 -, 第 30 回ファジィシステムシンポジウム, 2014, MB1-5, pp.81-84.

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

[その他]なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

野本 弘平 (NOMOTO Kohei)

山形大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号: 60456267

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者 なし

(4) 研究協力者 なし