

注視点軌跡にみるケータイナビ利用者と地図利用者の都市空間把握の違いに関する研究*

— A Study on Differences of Spatial Cognition of City between Walker Guided by Walk Navigation and Walker by Map Navigation Concerning Eye Movements — *

小松深志**・石井信行***

By Fukashi KOMATSU **・Nobuyuki ISHII ***

1. はじめに

近年、ケータイが非常に高機能になってきており、GPS付き歩行者ナビが搭載されている機種も増えている。歩行者ナビの指示に従えば目的地に簡単にたどり着ける状況、つまり人間の記憶や感覚、神経の一部または大部分をケータイに任せることになれば、歩行者は今まで探索のために使っていた能力に余裕が生まれ、もっと都市を楽しむことに力を注ぐことができるのではないかと考えられる。このように探索歩行時の空間認知の仕方が変化することで都市に抱くイメージにも変化が生じると考えられるので、ケビン・リンチに代表される古典的都市像¹⁾に基づくものとは異なる、その変化したイメージに適した新たな都市デザインがあると考えられる。なお、本研究ではケータイと表すことで携帯電話本来の通話機能を超えて、歩行経路案内、店舗情報提供など様々な機能を携えた移動体通信機器・サービスを示すこととする。

筆者らの先行研究^{2), 3)}において、ケータイナビを用いて都市を歩いた者（以下、ケータイナビ利用者）と紙面地図を用いて都市を歩いた者（以下、地図利用者）とで空間把握に定性的な違いを示した。そこで本研究ではその成果に基づき、地図利用者とケータイナビ利用者の注視点軌跡に着目し、ナビゲーションツールが空間把握にどのような影響を与えるかを定量的に解明することを試みる。なお、ケータイの普及とともに、GPSナビゲーションツールが経路探索中のアクション生起にどのような影響を与えるかに注目した平井浩将ら⁴⁾の研究を始め、ケータイが提供する情報に着目した多くの研究が報告されるようになってきている。しかし、ケータイナビ利用者と地図利用者が探索行動をする際の空間把握を対象とした研究成果はまだ見られない。

2. 目的・対象

本研究では、ケータイナビ利用者と地図利用者を対象に、ナビゲーションツールによる影響が大きいと思われる案内直後の注視点軌跡に着目し、ナビゲーションツールが空間把握にどのような影響を与えるかを定量的に解明する方法論を構築することと、その方法論に従いケータイナビ利用者と地図利用者の空間把握の違いを明らかにすることを目的とする。

3. 方法

本研究ではまず、筆者らの先行研究と歩行者ナビ、注視点特性、空間認知等の既往研究を基に方法論の構築を行う。ケータイナビ利用者と地図利用者の空間把握の違いについて明らかにしたいので、両グループの空間把握に関する上位仮説を立てて、上位仮説を定量的に述べるために具体的な実験を想定した実験仮説を立てる。実験は既往研究レビューの知見を前提に、先行研究の実験方法を再構築して実験を行う。その実験データから注視点間軌跡図を作成し、そこから得られる距離、角度、停留数のデータに対して統計的処理を行い、両グループの有意差について分析を行い、その差についてナビゲーションツールや空間構造との関連から考察し、結論を述べる。

(1) 上位仮説

上位仮説を『ケータイナビ利用者は断続的な空間把握をして、地図利用者は連続的な空間把握をする』と定めた。ケータイナビ利用者は、ナビが「自己位置と周囲の環境との整合」を取り、進むべき道もケータイの画面や音声案内によって示されるので、探索行動に用いる能力が地図利用者に比べ少なくすみ、探索中には被験者の興味のあるものや好きなものを見ることができ、空間の構造とは関係のない断続的な空間把握になると考えられる。一方、地図利用者は移動プランを自ら構築する必要があり、経路探索に用いる能力はケータイナビ利用者に比べ負担が大きく、探索中には被験者の興味のあるものや好きなもの以外に空間を進んでいくために必要な空間の構造と関連したものも見ることになり、都市空間の把握の仕方にも連続性が生まれると考えられる。

*キーワード：景観、イメージ分析、歩行ナビゲーション

**正員、工修、パシフィックコンサルタンツ株式会社

(東京都新宿区西新宿2丁目7番1号新宿第一生命ビル、

TEL:03-3344-1193 FAX:03-3344-1887)

***正員、工博、山梨大学大学院医学工学総合研究部

社会システム工学系

(山梨県甲府市武田4-3-11, TEL/FAX055-220-8597)

(2) 実験仮説

寺朱美らの研究⁵⁾において、絵画と文章の視線の動きに次のような違いがあることが示されている。それが1つとして完成している絵画では、絵画の中の特徴的な場所を探そうとする視線の動きが見られ、一方連続体として理解しようとする文章では流れるような動きが見られる。この知見を参考にすると、断続的な空間把握をしようとするケータイナビ利用者は図1のように脈略がなく空間の中のような特徴的な場所を探す見方をして、注視点の動きが跳動的になるのに対して、連続的な空間把握をしようとする地図利用者は図2のように注視点の動きが滑動的になると考えられる。具体的には『ケータイナビ利用者は地図利用者に比べ、注視点間の移動距離が長く、移動角度が狭く、停留する割合が確率的に増える』と考えられる。

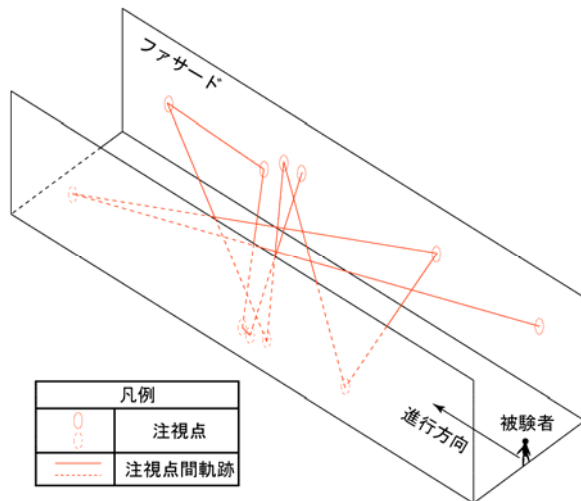


図1 街路空間における跳動的注視のイメージ

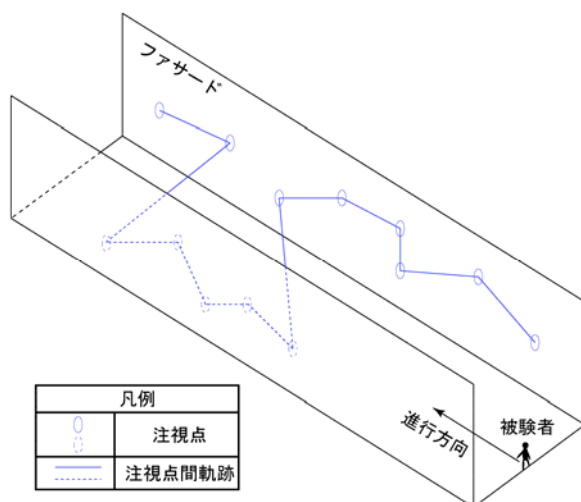


図2 街路空間における滑動的注視のイメージ

4. 実験概要

(1) 実験内容

実験は表1の手順で行い、被験者はあらかじめ設定した2経路(図3)を通り、経路内の通過点を順番に目指す探索歩行を行う。実験対象地は甲府市中心市街地で、被験者により歩行時間は異なるが、概ね30分程度になるように設定した。両属性の探索者は視線追跡装置を装着し、ビデオカメラで注視データを録画する。

表1 実験の手順

実験名	ステップ	実験手順	
		ケータイナビ利用者	紙面地図利用者
説明	01	実験全体の概要説明	実験全体の概要説明
	02	アイマークカメラ装着・設定	アイマークカメラ装着・設定
実験A	03	実験Aに関する教示	実験Aに関する教示
	04	ケータイ操作方法説明	歩行経路の記憶
	05	経路Aを探索歩行	経路Aを探索歩行
実験B	06	実験Bに関する教示	実験Bに関する教示
	07	ケータイ操作	歩行経路の記憶
	08	経路Bを探索歩行	経路Bを探索歩行
質問	09	アンケート	アンケート

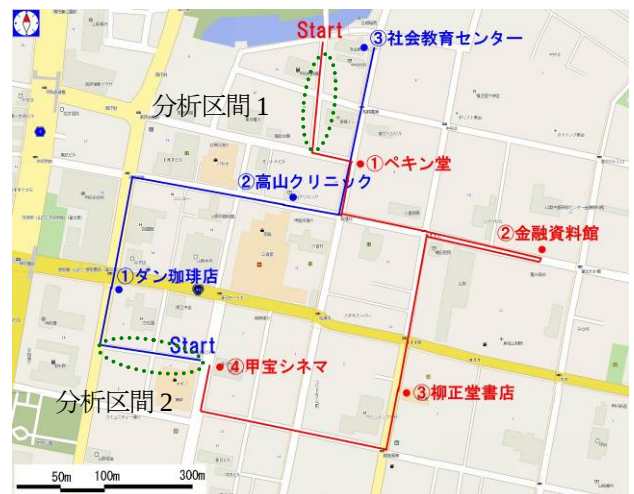


図3 実験経路と中間目的地

(2) 実験日時

実験期間：2007年11月15日(木)～12月27日(木)

実験開始時間帯：9：00～15：00

(3) 被験者

a) 選定条件(以下の条件で被験者を募集)

- ・ 甲府市中心部への来訪頻度が低い。
- ・ 視力が両目で0.7以上、片目でそれぞれ0.3以上。裸眼推奨。ソフトコンタクト可。ハードコンタクト要相談。メガネ不可。
- ・ 日本語の音声案内が聞き取れ、地図が読める。

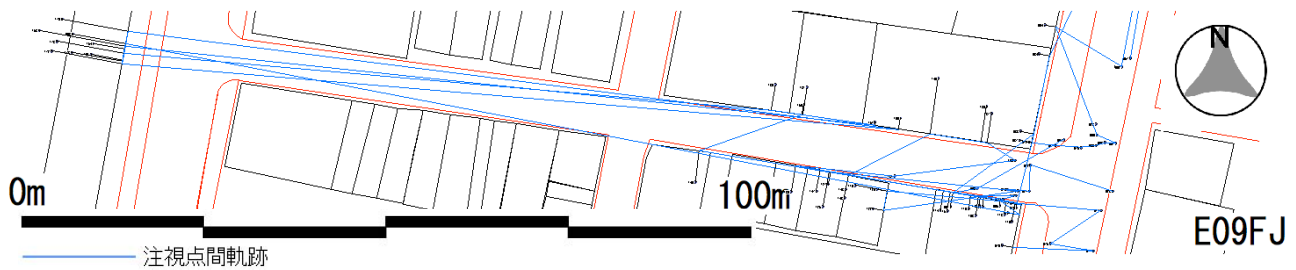


図 4 注視点軌跡図例（一部）

b) 人数・属性

20 名 内訳[ケータイナビ利用者（男性 5 名、女性 5 名）、紙面地図利用者（男性 5 名、女性 5 名）]

人数に関しては、視線追跡装置を利用した視知覚特性の既往研究を参考にし、データが取れないことも考慮しこの人数を設定した。属性は大学生（15 名）、社会人（5 名）[年齢 19 歳～49 歳（平均 24.0 歳）]

(4) 使用機器及び地図

a) 両属性の探索者共通

視線追跡装置：nac 社の EMR-8（使用レンズ：92°）

なお実験中は負担軽減のために被験者が装着するのはアイマーク検出ユニットが組み込まれた帽子のみで、分析装置、バッテリー、記録用ビデオカメラはリュックの中にいれ、実験者が背負う。

b) ケータイナビ探索者が用いる装置

携帯電話端末：au by KDDI, CDMA 1X WIN, W21SA
地図案内ソフト：EZ ナビウォーク（音声ガイド付）

c) 地図記憶探索者が用いる紙面地図

EZ ナビウォークを開発した NAVITIME JAPAN がパソコン向けに提供しているサービス「PC NAVITIME」で使われている地図を紙媒体に印刷したもの。（縮尺、地図上の情報はケータイで提供されるものと同じ。）

5. 実験結果

実験の結果、1 データ約 40 分、被験者 20 名分、合計 800 分の注視データを得た。そのうち、実験機材の不調や逆光による注視点の喪失などの理由から正確に得ることが出来なかったデータがあり、すべての注視点が消滅している被験者が 2 名、一部消滅している被験者が 5 名だった。

6. 分析

分析はまず、分析区間を 2 箇所（図 3）設け、その区間でナビゲーションツールによる案内があった直後から 10 分の 1 秒ずつ 30 秒間（181 コマ）の注視データを確認し、CAD 上に作った分析区間の平面図上にその注視点の位置をプロットしていった。次にその注視点を順番に繋いでいき、注視点軌跡図を作成する。（例、図 4）

最後に、CAD で作成しているため、その軌跡の移動の

有無、長さや角度がデータとして取れるので、移動の有無を注視点停留数、長さ・角度を注視点間移動距離・角度としてデータを取った。なお、注視点軌跡数にはグループ、分析区間によって全体数に偏りがあるので、注視点停留数は全データで割った注視点停留割合とした。得られた注視点間移動距離・角度には t 検定（表 2）、注視点停留割合には母比率の差の検定（表 3）を行った。検定結果より、分析区間 2 においてケータイナビ利用者のほうが地図利用者に比べ、注視点停留割合が高く、注視点間移動角度が狭いことについて有意な差が認められた。

表 2 注視点間移動距離・角度の t 検定結果

t 検定		分析区間1		分析区間2	
		移動距離	移動角度	移動距離	移動角度
ケータイ	平均	16235.2	59.8	10523.0	59.2
	標準偏差	9926.0	15.7	6341.8	7.2
地図	平均	14695.5	65.2	11161.3	67.3
	標準偏差	6582.4	12.0	3691.2	5.6
t 値		0.37	-0.77	-0.23	-2.34
有意確率		0.721	0.454	0.822	0.038
有意差 両側 (5%)		無	無	無	有

表 3 注視点停留割合の母比率の差の検定結果

母比率の差	分析区間1			分析区間2		
	注視点数	停留数	割合	注視点数	停留数	割合
ケータイ	322	96	0.30	750	261	0.35
地図	567	205	0.36	976	284	0.29
全体			0.34			0.32
	Z0	両側確率	有意差	Z0	両側確率	有意差
	1.920	0.055	無	2.526	0.012	有

$$Z_0 = \frac{|p_1 - p_2|}{\sqrt{p(1-p)(1/n_1 + 1/n_2)}}$$

第 1 群のデータ数： n_1

第 1 群のある特性を持つものの数（陽性数）： r_1

第 2 群のデータ数： n_2

第 2 群の陽性数： r_2

各群の比率： $p_1 = r_1/n_1$, $p_2 = r_2/n_2$

2 つの群をプールした全標本中の陽性数の比率：

$$p = (r_1 + r_2) / (n_1 + n_2)$$

$P = \Pr \{ |Z| \geq Z_0 \}$ を正規分布表より求める

7. 考察

(1) 実験仮説の検証

実験仮説は『ケータイナビ利用者は地図利用者に比べ、注視点間の移動距離が長く、移動角度が狭く、停留する割合が確率的に増える.』とした. 分析の結果より、地図利用者に比べ、停留割合の多いケータイナビ利用者は注視点がある場所で停留するために、そこで一旦空間把握が途切れ、断続的になっていると考えられる. また注視点の移動距離は似たものが多いが、移動角度が狭くなるような組み合わせを取ることで図1のような注視点軌跡を描き、注視点の動きが跳動的になったと考えられる.

一方、地図利用者はケータイナビ利用者に比べ注視点が停留する割合が少ないことから、空間把握は連続的で、その軌跡も移動角度が広い角度を持つような動きをするので、滑動的になっていると考えられる. 以上より実験仮説は注視点間移動距離を除いた範囲が妥当であると言える.

(2) 空間把握との関連

ケータイナビ利用者は地図利用者に比べ注視点が停留することが多いことから、空間を連続的に把握しようとする意識がいったん途切れ、空間把握は断片的になると考えられる. 一方、地図利用者は留まることが少ないので、空間把握は連続的になると考えられる. また、ケータイナビ利用者は地図利用者に比べ、注視点間の動きが跳動的になっており、その軌跡を描いたと言うことは空間を断続的に把握した可能性が大きいと考えられる. 一方、地図利用者は注視点間の移動角度が広がるように注視したことで、その軌跡が滑動的になり、その軌跡ということは空間を連続的に把握した可能性が大きいと考えられる. 以上より、上位仮説についても限定された範囲内で妥当であると言える.

(3) 方法論について

本研究により、ケータイナビ利用者と地図利用者として、ナビゲーションツールに慣れた状態であるならば、注視転換移動角度と注視点停留割合に差異があることが認められた. しかし、注視点間移動距離については被験者一人一人で見ると、定性的な差が見えるにもかかわらず、統計的な差異が見られなかった.

この原因として、まず、統計分析においてt検定を用いて、グループの平均で差を検定したことにより、その特徴が消えてしまったと考えられるので、検定方法の選択に問題があったと思われる.

また、今回注視点間移動軌跡の分析において、移動距離と移動角度を別々に分析しているが、本来、移動距離

と移動角度は対応を持ったデータであり、不可分の関係であったと考えられ、分析時には単位移動角度あたりの移動距離といったような分析方法を取るべきであったとも考えられる.

8. 結論

(1) 論文の成果

本研究で得られた成果は、以下の通りである.

- ・ ケータイナビ利用者と地図利用者の空間把握に関する差異を定量的に明らかにするための方法論を注視特性の観点から提案した.
- ・ 提案した方法論に基づき、実験を行い、得られたデータから、注視点停留割合と注視点間移動角度についてはケータイナビ利用者と地図利用者で差異が存在することを示し、仮説の一部について妥当と評価する結論を得た.

(2) 今後の課題

本研究の課題は、以下の通りである.

- ・ 今回、注視点軌跡データを距離と角度に分けて分析を行っている. しかし距離と角度は対応を持ったデータであるので複数の注視点の形や移動角度と移動距離を同時に分析できる方法を開発する必要がある.
- ・ 注視点単体ごとの分析ではなく、複数の注視点を作る図形を用いた分析方法の開発
- ・ 今回の成果及び一連の研究の成果を基にケータイ利用を前提とした都市デザインの提案を行う.

参考文献

- 1) ケビン・リンチ著、丹下健三・三田玲子訳、『都市のイメージ』（原題：The Image of the City, Kevin Lynch, 1960）、岩波書店、1968
- 2) 石井信行、西内和子、「経路探索者の都市空間記憶に歩行ナビゲーションが与える影響に関する認知実験」、土木計画学研究・論文集 No.21, pp.425-434, 2004
- 3) 石井信行、小松深志、「歩行ナビゲーション利用者の経路探索歩行時注視特性」、土木計画学研究・論文集 No.24, pp.567-575, 2007
- 4) 平井浩将、森傑、「経路探索における GPS ナビゲーションツールの利用とアクション生起との関係—都市空間におけるアクトファインディングに関する研究—」、都市計画論文集 No.42-3, 2007, pp.541-546
- 5) 寺朱美、國藤進、「読解における日本語学習者の経験的スキルを視線追跡データから取り出す試み」、電子情報通信学会技術研究報告 Vol.104 No.636, 2005, pp. 7-12