

自動車運転者の認知地図の特性に関する研究

Drivers' Cognitive Maps and their Behavior

久保田尚¹⁾、加藤篤史²⁾、窪田陽一³⁾

by Hisashi Kubota, Atsushi Kato, and Yoichi Kubota

In car-oriented societies such as recent Japan, drivers' cognitive maps and their behavior characteristics could become important tools to examine the quality of urban landscape and street environment, and so on.

In this paper, through psychological experiment, we tried to make clear the clues, by which drivers can find the way. In this experiment, the subjects were requested to drive the designated route, immediately after route guidance. Through this experiment, we expected to get information by which drivers tried to remember the route.

In conclusion, we could see the considerable difference between drivers and pedestrians to remember the route. Drivers proceed the way with the help of signals, signs and road markings, not with the help of landmarks in the urban areas.

1. はじめに

(1) 研究の動機・問題意識

ふだん徒歩で体験し馴れている街を、稀に自動車を運転して通る場合、あるいはその逆の場合に、街の風景を新鮮に感じたり違和感を覚えたりする事がある。市街地の認知の仕方が徒歩と自動車運転者（以下、運転者と略することがある）で異なる理由としては、通行速度や通行位置の違い、あるいは行動内容の違いなどが影響しているものと予想されるが、いずれにしろこの相違が存在するのであれば、リンチの研究以来、おもに歩行者を想定して市街地のイメージや「分かりやすさ」を研究してきた都市レベルの環境心理学の分野において、運転者を対象とすることの意義が認められる。特に、免許保有者が国

民の過半となったわが国の市街地・景観整備のなかで、運転者の立場から街の見え方を検討することは重要な課題であると思われる。

また、Buchanan Report以来平面図で議論されてきた市街地の道路網計画において、運転者の3次元的認知構造やその結果としての行動パターンを明らかにすることは、例えば道路の段階構成論の実効性や方法論の再検討につながる事が期待されるし、標識や信号等の適正な位置や間隔を検討する基礎ともなろう。さらに、実用化目前のナビゲーションシステムに関して、地区交通計画の観点から、どのような方針でナビゲートすべきか（例えば、抜け道利用の急増なども危惧される¹⁾）、あるいはどうすれば意図通りのナビゲートが可能なのか、を検討することは重要であり、運転者の認知地図の特性を把握することは、その基礎になると考えられる。

従来から、自動車からの眺めや運転者の認知特性を研究した例も存在するが^{2)、3)、4)}、本研究は、運

キーワード：認知地図、自動車運転者

¹⁾ 正会員 工博 埼玉大学講師 工学部建設工学科
(〒338 浦和市下大久保 255)

²⁾ 正会員 鹿島建設

³⁾ 正会員 工博 埼玉大学助教授 工学部建設工学科

転者の認知を、運転行動の特性や交通計画・景観計画に結び付けることを意図して着手するものである。

(2) 研究の目的

以上の問題意識を踏まえつつ、一方でこの種の研究が従来殆ど未着手であることを考慮して、本研究では次の2点に課題を限定して以下の実験及び分析を行った。

I. 自動車運転者の認知地図および「道を憶える手がかり」の特性を、研究蓄積のある歩行者と比較しながら明らかにする。

II. 運転者の認知の特徴や正確さの程度と、運転行動との関係を明らかにする。

2. 実験の概要

(1) 実験の方法

実験は、東京都板橋区内で1990年12月上旬の平日に行った(図1)。現地は、私鉄駅前の住商混合地域であり、実験対象として選んだ3.2kmの経路は、国道から住区内道路までを含んでいる。

自動車運転者16名、歩行者16名を別々に選んで被験者とし(埼玉大学学生:32名全員が、当地への来街経験がない。運転者・歩行者の各々について、男女比はほぼ1:1である。なお、本実験の被験者全員が大学生であることから、結果の一般性について、一定の限界があることに注意する必要がある)、実験の目的や現地の地理情報をいっさい与えないまま図中のスタート地点に誘導した。その時点で、①実験経路を1回道案内してから同じ経路を自力で走行(歩行)してもらうこと、②走行(歩行)後、経路の地図を書いてもらうこと、を告げた後で、運転者は助手席に乘坐、歩行者は案内人が同道して道案内をした。そしてゴール地点に到達した直後に別ルートでスタート地点に戻り、直ちに自力走行(歩行)を開始した。経路を間違えた際は、自力で正しい経路に戻ることを求め、別の経路を使って目的地に向かうことは認めなかった。なお、経路上で他の被験者を目撃することがないように、実験は一定の間隔をおいて行った。

運転者に関しては、自力走行の際にインタビューが助手席に同乗し、道順記憶の手がかりを、運転中に会話の形で引出しながら録音した(なお、インタビューが同乗することは、自力走行直前まで伏

せておいた)。

以上の方法で抽出される認知情報は、全く初めての市街地で道順を憶えるための手がかりであり、繰り返し経験するうちに形成されていくと考えられる運転者・歩行者の通常の「都市のイメージ」とは必ずしも一致しない可能性がある。しかしながら、この方法によって、「道を憶える」という共通の目的をもって街を眺める運転者と歩行者の認知構造が比較できること、および被験者の来街経験をゼロという形で統一できること、という利点を重視して、上の方法を採用した。

(2) イメージマップ法について

被験者の認知地図は、自力走行・歩行の直後に、イメージマップ法により抽出した。ある地域の地図を被験者に書かせるこの方法は、再生されるエレメントの位置関係も含めた被験者の認知地図を直接抽出できる方法であるが、一方で、個人差、回答用紙の大きさの影響、事前教示の方法などによって、結果の信頼性が左右されるともいわれる⁵⁾。そこで、・別地域の認知地図例を示しながら地図の書き方を口頭で詳しく説明する、・描画時間の最短と最長の限度を定める、・大きめの用紙(B4)を用い、かつ用紙の補充を認める、ことによって、それらの影響を除去することに努めた。なお、被験者の運転経験などをアンケートによって調べている。

イメージマップによって得られた各エレメントを、ここでは次のように定義して分析に用いた。

■想起エレメント: 最低一人の被験者が想起したエレメント。道路パターンエレメントと一般エレメントに大別する。

■道路パターンエレメント: 交差点、道路の屈折・起伏など、道路の形状に関して記載された情報

■一般エレメント: 道路パターンエレメント以外に地図上に記載された全ての情報。今回抽出された一般エレメントは、表1のように分類した。

(3) プロトコル法について

運転時の「道を憶える手がかり」を抽出する手段として、イメージマップに加えてインタヴュー(言語報告)による方法を採用した。これは、認知心理学の分野ではプロトコル法と呼ばれ、進行中の認知過程をリアルタイムに引き出すことを目的とするものである。運転行為を終えた後に記載するイメージ

図1 実験経路

A～E：表2、表4の分析に用いた経路区分

写真は全て、スタートからゴールに向けて走行中の車のフロントガラスから撮影したものである。

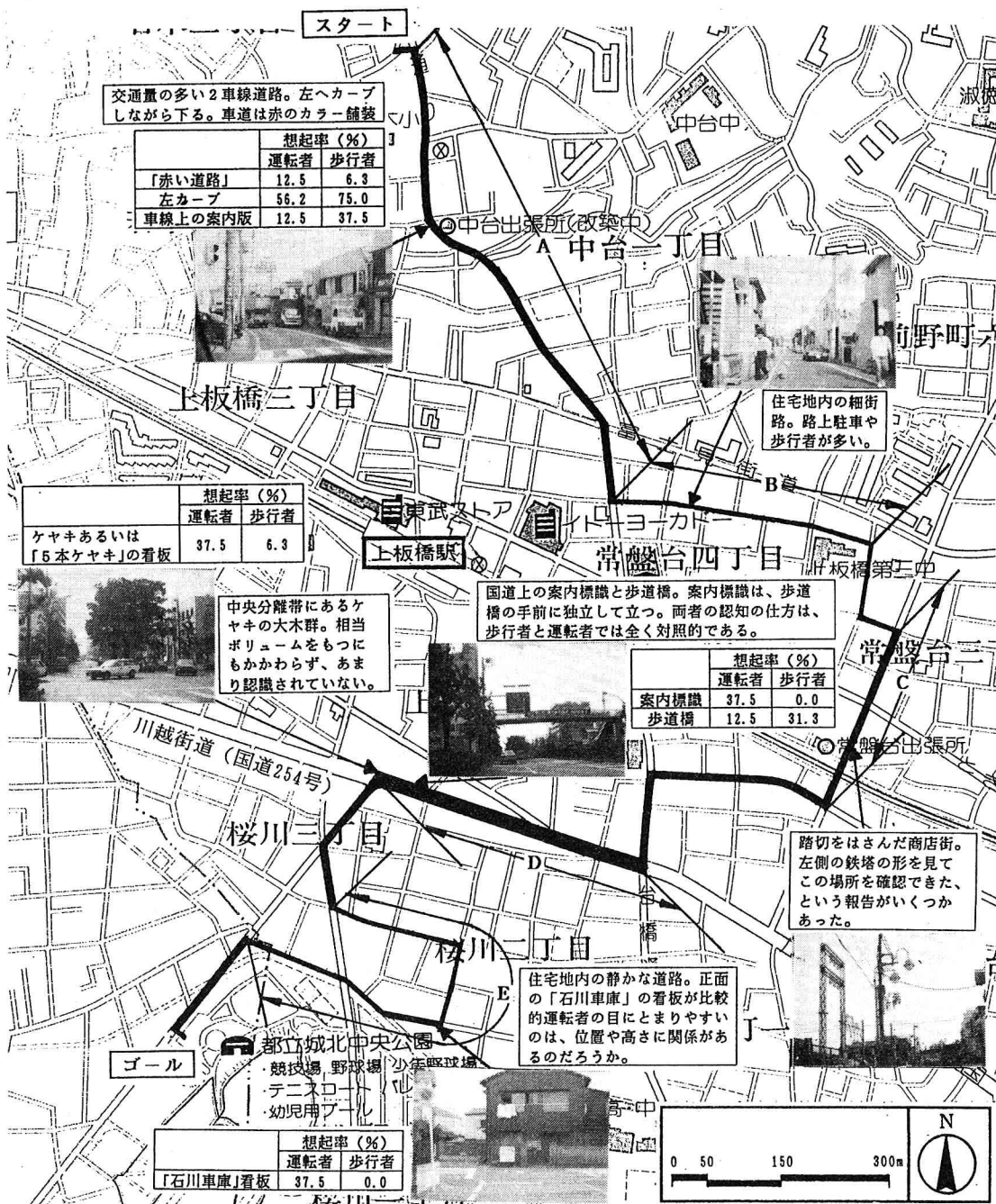


表1 想起エレメントの概要

		運 転 者				歩 行 者			
		エレメント 総数	エレメント 想起数	平均 想起率	一人当りの 平均想起数	エレメント 想起数	平均 想起率	一人当りの 平均想起数	
一般 エレメント	カテゴリー								
	信 号	14	13	25.0	3.3	3	6.3	0.2	
	標識	11	10	35.0	3.8	12	20.8	1.2	
	建物	16	12	28.7	4.1	12	20.8	2.8	
オープンスペース	オープンスペース	89	62	18.7	10.6	73	20.0	14.3	
	小計 及び 小平均	140	105	22.3	23.7	100	23.3	22.1	
	道路パターン								
	実験において曲がるべき交差点	15	15	88.3	14.2	15	92.1	14.9	
エレメント	その他の交差点	15	15	29.1	4.7	14	23.7	3.7	
	その他のエレメント	12	12	45.8	7.3	9	32.3	5.2	
	小計 及び 小平均	42	42	55.0	26.2	38	52.7	23.8	
	全計 及び 全平均	182	147	31.6	49.9	138	31.3	45.9	

(各エレメントの) 想起率=想起者数/被験者数×100 平均想起率: カテゴリー毎の想起率の平均

マップ法と異なり、「手がかり」に関する記憶を長時間貯蔵しておく必要がないだけ、正確で豊富な情報を引き出すことができる⁶⁾。

なお、言語報告という行為自体が運転行動に支障を与えることは問題であるため、道を思い出す心的過程をありのまま報告するように、事前に確認してから実験を開始した。

3. 自動車運転者の認知地図の特性

(1) 結果の概要

想起エレメントの一覧を表1に示す。

運転者・歩行者を含めて一人でも想起したエレメントの総数は、一般エレメントが140個、道路パターンエレメントが42個、合計182個となった。運転者と歩行者を比較すると、一般エレメントが105個と100個、道路パターンエレメントが42個と38個となり、比較的近い値になっている。ただ、種類別にみると、例えば信号は、運転者が13個なのに対して歩行者はわずかに3個にとどまっており、運転者と歩行者の認知の違いを窺わせる。

運転者・歩行者の各々について、最低一人が認知したエレメントを対象に想起率を算出し、カテゴリーごとに平均をとったものを平均想起率とした。これについても、全体的傾向は運転者も歩行者も似通っているが、カテゴリーごとに見ると大きく異なる。

各被験者が実験経路を通して想起したエレメントの平均個数は、一般エレメントについては運転者が23.7個、歩行者が22.1個となり、ほぼ近い値である。両者の速度（経路滞在時間）の相違を考えると、これは興味深い事実である。一方、道路パターンエレメントについては運転者の方がやや想起個数が多く

なっており、運転者が比較的道路の形状などを重視して道順を憶えていることが窺われる。

(2) 想起エレメントのタイプと経路上の分布

運転者・歩行者各々の、全ての想起エレメントを、タイプ別・想起数別に示したのが図2である。ただし、実験経路上で曲がるべき交差点は、表1にあるようにほとんどの被験者が認知していることから、図中には示していない。

以下、A～Eの各経路区間（図1及び表2参照）について、想起エレメントの分布状況を概観する。

A：下り坂やカーブの多い経路であるが、そうした道路の性格は、運転者の方がより多く認知している。一方、この区間での運転者のその他の想起エレメントは、歩行者に比べて少ない。運転行動に相当注意を払っているためと思われる。

B：住宅地内の細街路を直進する。運転者は交差する道路を比較的認知しており、また、区間終点のT字路が左から右への一方通行であることを、交差点の標識で確認している。一方歩行者は、沿道の公園などを認知している。

表2 主な経路区間におけるエレメントの平均想起密度

経路区間		平均想起密度（標準偏差）			
区間	特色	運転者		歩行者	
		一般エレメント	道路エレメント	一般エレメント	道路エレメント
A	起伏やカーブの多い大通り	6.06 (4.29)	5.89 (2.55)	6.76 (4.48)	4.81 (2.14)
B	住商混合地区	2.60 (2.68)	2.43 (2.16)	2.95 (3.02)	1.56 (2.19)
C	鉄道の踏切を挟んだ商店街	6.90 (5.42)	5.47 (1.88)	4.09 (4.60)	6.01 (1.91)
D	川越街道（国道）	3.78 (3.75)	0.64 (1.44)	2.96 (3.82)	0.82 (1.53)
E	住宅地内の細街路	3.08 (2.79)	3.22 (2.60)	4.35 (2.82)	4.69 (2.08)

平均想起密度 = (一人当りの平均想起数) / (経路区間長km)

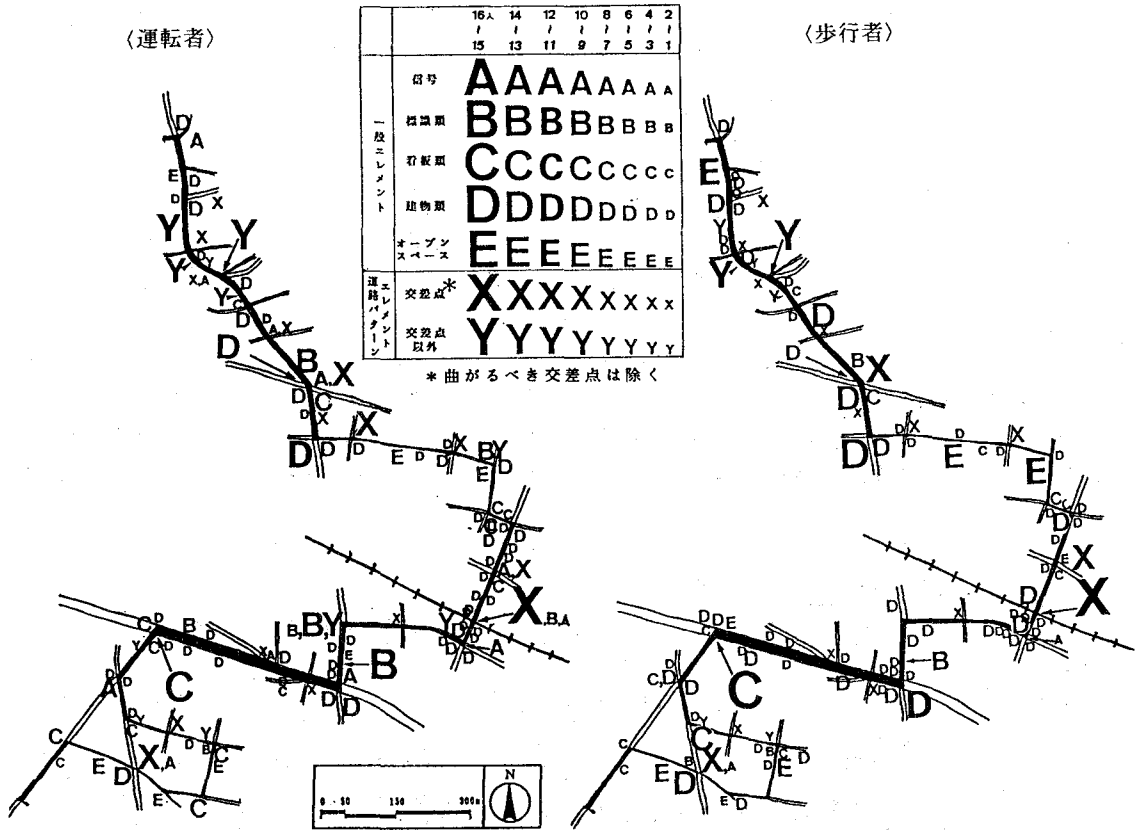


図2 想起エレメントの分布状況

C：踏切をはさんだ商店街の道路であり、踏切については運転者・歩行者ともほぼ認知している（図2中のX）。この区間については運転者が建物類を比較的良好に認知しているが、これは、踏切手前で渋滞が発生しやすく、滞在時間が長くなるためと思われる。

D：この区間終点の左折地点にあるレストランの看板は、運転者・歩行者ともよく認知している。一方、この同じ交差点にはけやきの木がそそり立っているが、過半数の被験者が気づいていない。

E：住宅地内であり、目印などが限られる区間であるが、運転者は、独自の目印（貸駐車場の看板等）によって道順を把握しているものが多かった。

(3) 想起エレメントの経路上の密度

図2に示した各想起エレメントの、区間A～Eにおける平均想起密度（区間内の一人当たり平均想起数を経路区間長で除したものを）をまとめたのが表2で

ある。なお、被験者が曲がるべき交差点及びその場所の一般エレメントは計算から除いた。

平均想起密度は、各区間ともおよそ2～7エレメント/kmの範囲でばらついている。運転者と歩行者の間の差異に関して、一定の有意な傾向は認められない。やはり、両者の相違は想起するエレメントの内容によるとみるべきであろう。

運転者・歩行者とも密度が高いのは、沿道に商店などが立ち並ぶ区間（A、C）である。店の看板など、目立つ景観要素が多いためと思われる。一方、同じく商店が並ぶもののB区間では密度がきわめて低いが、この理由としてB区間は、・突き当たるまで直進すればよく、区間途中のエレメントを記憶する必要があまりないこと、・路上駐車や歩行者の多い狭い道路で、運転中の視野が狭められること、が考えられる。また、国道区間（D）でも、特に道路エレメントの密度が低くなっている。

(4) 想起エレメントの特徴

運転者と歩行者の想起内容を比較検討するために、一般エレメントをいくつかの軸によって分類し、双方の想起率（想起者数／被験者数×100）を算出する。

表3は、運転者と歩行者の想起率の差が有意な一般エレメントを抽出したものである（なお以下では、一般エレメント140個のうち、運転者・歩行者を含めてただ一人だけが想起しているエレメントは除外して分析を進める）。

運転者に卓越したエレメント（運転者型エレメント）は、信号、標識、看板など、運転行動の直接の手がかりになるものであり、その多くは歩行者の想起が全くないものである。一方歩行者に卓越したエ

レメント（歩行者型エレメント）は、おもに沿道の建物である。

想起エレメントのうち、運転者・歩行者の想起率の差が10%（以上）有意であるエレメント（すなわち表3に示したエレメント）について、両者の想起数をまとめたのが図3である。棒グラフの高さは、各々のカテゴリーに属する想起エレメントの数を、また、かっこ内の数値及びそれを用いた棒グラフの幅は、運転者・歩行者の想起率の差の平均を表している。ここでは、上で述べた傾向の他に、学校の校庭や駐車場などのオープンスペース類について、歩行者の想起が相対的に勝っていることが分かる。これらのエレメントは、高さを持たないために、沿道

表3 運転者と歩行者の想起エレメントの比較

想起率の差の有意水準	運転者型エレメント				歩行者型エレメント			
	種類	想起エレメント	想起率		種類	想起エレメント	想起率	
			運転者	歩行者			運転者	歩行者
1%	3	カーブミラー	56.25	0.00	5	小学校	18.75	50.00
	2	一通標識	43.75	0.00	4	板橋カルチャーフィットスタジオ	12.50	62.50
	1	信号-13	43.75	0.00	4	神社	6.25	31.25
	2	案内標識-3	37.50	0.00	5	板橋第三中学校	31.25	75.00
	3	「石川車庫」看板	37.50	0.00	4	稲荷	0.00	75.00
	1	信号-7	37.50	0.00				
	1	信号-1	37.50	0.00				
	3	貸ハイツ看板	31.25	0.00				
	1	信号-6	31.25	0.00				
		平均	39.58	0.00		平均	13.75	58.75
5%	2	案内標識-1	62.50	31.25	3	樋口商店看板(銅)	18.75	56.25
	2	「公園通り」看板	37.50	6.25	4	区役所常盤台出張所	12.50	50.00
	1	信号-8	37.50	6.25	4	本田生花屋	12.50	43.75
	2	案内標識-2	81.25	50.00	4	すかいらーく	43.75	75.00
	3	5本りゃん 看板	37.50	6.25	5	駐車場	18.75	50.00
	3	自動販売機	31.25	6.25	3	東京運輸	0.00	25.00
	1	信号-9	31.25	6.25	4	ハレエスケール	0.00	25.00
	1	信号-12	25.00	0.00	5	トヨレンタカー	0.00	25.00
	4	「ハレ」城北中央公園	25.00	0.00	3	水色の看板	0.00	18.75
	2	一通標識	18.75	0.00	4	歯科医院	0.00	18.75
	2	中央公園案内板	18.75	0.00	4	協和BANK	0.00	18.75
	1	信号-2	18.75	0.00	4	RED LOBSTER 看板	81.25	100.00
	2	複雑な方向標識	18.75	0.00	4	ハークザイド・ジャトル(マシジョン)	0.00	18.75
	1	信号-10	18.75	0.00				
		平均	33.04	8.04		平均	14.42	40.38
10%	4	サチエ-1	37.50	12.50	4	区立中台区民センター	14.42	40.38
	4	立体ハ-キョウ	37.50	12.50	4	ローソ	12.50	37.50
	4	竹内米屋	25.00	6.25	4	歩道橋	12.50	31.25
	2	常盤台駅700m(踏切)看板	25.00	6.25	4	ウノフォート	12.50	31.25
	4	うなぎ登喜川	25.00	6.25	4	上板橋サトウ教教会	12.50	31.25
	4	エリス電気	12.50	0.00	4	前田接骨医院	0.00	12.50
	4	ビチイ屋	12.50	0.00	4	美容院	0.00	12.50
	1	信号-5	12.50	0.00	4	電気屋	0.00	12.50
	3	城北学園前バス停	12.50	0.00	4	「飯島」さん家	0.00	12.50
	4	踏切わき鉄塔	12.50	0.00				
	4	中華 栄楽	12.50	0.00				
	4	サチイの実	12.50	0.00				
		平均	19.79	3.65		平均	9.56	21.53

〔種類〕 1：信号 2：標識 3：看板 4：建物 5：カーブミラー

からやや離れて走行する運転者の視野には入りにくいものとみられよう。

図4、図5は、各々エレメントの高さと位置で分類して同様の集計を行ったものである。高さに関しては、「目線の上」に該当するエレメントの多くが、信号や標識であることから、運転者に卓越する結果となっている。また位置についても、やはり信号や標識など、「車道上」のエレメントは運転者が、また建造物などの「敷地内」のエレメントについては歩行者に卓越している。なお、歩車道境界から敷地境界までの歩道を含む部分のエレメントについては、

例えば自動販売機など、運転者の想起率がむしろ高いエレメントも見られる(表1)。

4. プロトコル法による運転行動の手がかりの分析

プロトコル法によって得られた有効データは、運転者16名中6人分である。分析作業は、まず録音された発言のひとつひとつについて、どの程度の「自信」をもって報告しているかを分類し(表4)、次に発言の対象となるエレメントを分類した。

表4のAからEの分類のうち、Aは被験者自らの自発的報告、B～Dはインタヴューアの質問への回答、Eは、間違いを自らあるいは問われて認めたものであり、間違えた箇所数に相当する。報告はAとBが多く、概ね自信をもって道順を再生(再認)していることがわかる。

次に、具体的な手がかりを見てみると(表5)、運転者型想起エレメントとして抽出された、信号、標識、看板、そして建造物が自信を持って多く上げられている。交差点の中では、主要道路との交差点に出た地点やT字路など、特徴を持った交差点が強く認識されている。また、交差点や道路の雰囲気から、「なんとなく道が分かる」という被験者もいた。

表4 運転行動の手がかりに関する言語報告の回数

	「自信の程度」	被験者 No.						計
		1	2	3	4	5	6	
A	自分から先に言い出した発言	13	21	8	7	6	2	58
B	インタビュアの問いかけに対して自信を持って再認出来た発言	9	4	14	7	6	11	51
C	やや不安ながら正しいルートを選んだ場合の発言	3	1	3	4	2	8	19
D	全く記憶に落ちていないと言いながら結果として正しい行動を行った回数	1	0	0	1	2	3	7
E	道を間違えたことを認めた発言(間違え回数に相当)	1	0	2	1	1	2	7
計		27	27	27	20	17	24	142

表5 運転行動の手がかりに関する言語報告の分類別集計

エレメント	一般	A B C D E					計
		1	2	3	4	5	
一般エレメント	信号	8	3	1			10
	標識類	3	4	1			8
	看板類	3	7	4	1		21
	建物	21	16	2		1	40
	オープンスペース	1	3	1			5
	雰囲気・景観	1	1	1			3
	形状(角座)	1	1	1			3
	主要道路の交差点	2	2		1		5
	路切の交差点	1	2				3
	T字路	4		1			5
道路バリエーション	交差点の順番	2		1			3
	カーブ	2	2				4
	道路の色	2	1				3
	道路の起伏	3	3				6
	一過規制	2	3	4			9
	歩道横断	1					1
	「止まれ」	1					1
	緑のガードレール	1	1				2
	路上駐車	1					1
	樹木	1	1				2
その他	道路の景観			1	1		2
	手がかり無し			1	4	6	11
計		60	50	18	7	7	142

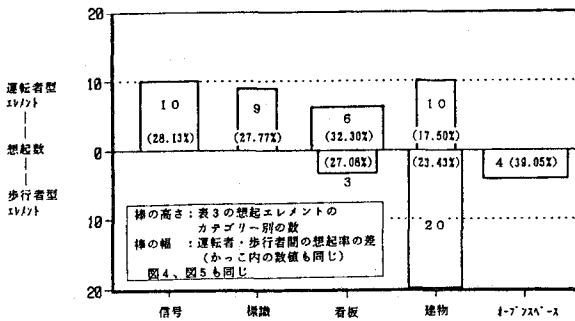


図3 エレメントの種類と想起状況

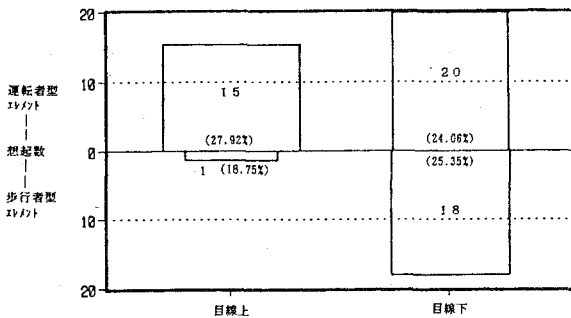


図4 エレメントの高さと想起状況

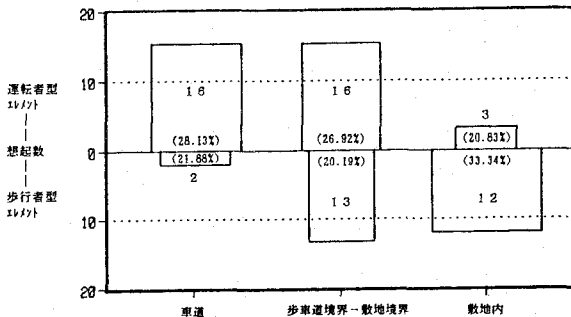


図5 エレメントの位置と想起状況

わずか6名分のデータではあるが、運転の手がかりとして抽出された要素はバラエティに富んでおり、信号、標識等の共通の手がかり以外に、個人的に記憶された情報が存在することが窺える。

5. 認知と運転行動

運転者16名中、一回も経路を間違えなかったのは5名、1回間違えたものが最も多く8名であり、以下、2回が2名、3回が1名となっている。間違える場所は、ほとんどが住宅地内の細街路で、頻繁に右左折する必要のある場所で迷う場合が多い。

道順記憶の正確さと認知情報の豊富さとの関連を見たのが図6である。間違い回数が0または1の13人に関しては、間違い回数が同じでも、想起エレメント数が多い人と少ない人がおり、運転に関する個性（少ない情報を的確に判断できる人と、多量の情報を整理しながら走行する人、など）が存在することが窺える。ただ、間違いが3、4回と多い人については、例外なく想起数が少なくなっている。この被験者については、不慣れた道順をたどる際に、自分の運転行動に適した情報の記憶の仕方を身につけていないとみることができよう。

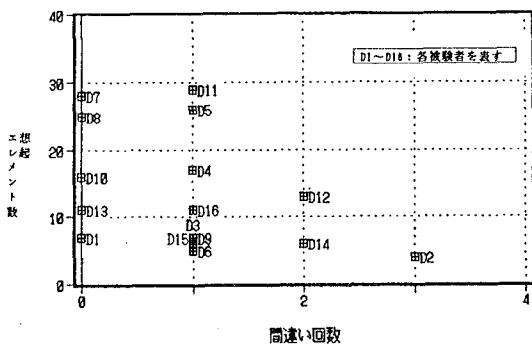


図6 経路の間違い回数と想起エレメント数

6. まとめ

1) 自動車運転者の認知地図の特性

歩行者が道順を憶える手がかりは、長さや角度などのユークリッド的情報よりも、トポロジカルな情報に依存する傾向があるといわれる⁷⁾。今回の実験結果を見る限り、運転者についてもその傾向を否定する根拠はなく、また情報の密度も、速度（経路滞在時間）が異なるにも拘らず両者はほぼ似通っている。一方、運転者の認知の内容は、明らかに歩行者

とは異なるものである。とりわけ、運転者の道順記憶の手がかりとして、信号や標識などが多用される傾向があるという結果は、日常の体験にも合致する。

この結果は、多様に解釈・評価しうる。例えば、交通の安全・円滑化や運転者の道案内のために、道路の付属施設が有効に機能している点は、高く評価することができる。しかし一方で、沿道の建物や街路樹などの重要な景観要素が認知されないことは、街の体験者として自動車運転者を考えた場合にやや残念な状況であるとも言えよう。

2) 認知と運転行動

認知と運転行動の関係は一樣ではなく、かなりの個人差を含むことがわかった。ただ、経路を間違えやすい運転者については、認知地図の情報量が一樣に少ない、という傾向は認められた。

本論文はきわめて基礎的・初歩的な試みに過ぎないが、今後に向けていくつかの課題も抽出された。前述の、速度と情報量との関係の他にも、例えば記憶の濃淡及びその規定要因の解明が上げられる。これは、ある箇所では自信を持って手がかりを報告していながら、別の場所で道を間違えた被験者が多いことに対応しており、道路網の分かりやすさを議論する手がかりになるかも知れない。また、今回は道案内の直後に自力走行を行ったが（認知科学という短期記憶の検索に相当する）、道案内から相当の時間を経て自力走行を試みることも、すなわち長期記憶からの検索を実験することも課題の一つである。これは、都市のイメージを別の角度から検証する材料となることが期待される。

参考文献

- 1) 大杉、久保田：シミュレーション実験による抜け道選択要因の分析、土木学会年次学術講演会概要集IV、No. 45、pp. 368-369、1990
- 2) Appleyard, D., Lynch, K. and Myer, J. R.: The View from the Road, The M. I. T. Press, 1963
- 3) 村田隆裕：注視行動の統計的性質、土木学会論文報告集、第213号、pp. 55-63、1973
- 4) 西野、杉山、志水：自動車からの街並みの認知構造について（その1・その2）、日本建築学会大会学術講演梗概集（E：建築計画・農村計画）、pp. 839-842、1990
- 5) 北村真一：空間認知の解析手法の有効性、都市計画138、pp. 46-56、1985
- 6) 大島尚編：認知科学、新曜社、1986
- 7) 園田元：歩行ルートの認知地図についての考察、日本都市計画学会学術研究論文集、No19、pp. 205-210、1984