

# 格子状街路における歩行者の空間構造認識に関する研究

八木 英訓<sup>1</sup>・深堀 清隆<sup>2</sup>・窪田 陽一<sup>3</sup>

<sup>1</sup>非会員 インCREMENT P株式会社

(〒020-0041 岩手県盛岡市境田町1-32-202, E-mail: yagi@incrementp.co.jp)

<sup>2</sup>正会員 博士(学術) 埼玉大学大学院理工学研究科環境科学・社会基盤部門

(〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255, E-mail: fukahori@post.saitama-u.ac.jp)

<sup>3</sup>正会員 工博 埼玉大学大学院理工学研究科環境科学・社会基盤部門

(〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255, E-mail: y1kubota@env.gse.saitama-u.ac.jp)

均質な空間になりがちな格子状街路網においては、景観の多様性や場所のわかりやすさに配慮した街路網計画が必要である。本研究では7つの異なる格子状街路パターンの評価モデルを作成し、そのモデル内の仮想移動体験を記憶・描画・再歩行させる被験者実験を行った。被験者の回答にみられる記憶・描画の正確さは、街路空間構造のわかりやすさを反映している。

実際の都市空間において格子状街路内に斜めに道路が通ることによる道路交差角度の変化や、進行方向の視線が遮られるT字路は、空間構造把握のしやすさに有効な景観変化を提供しており、こうした特異な条件を再現したモデルによる評価結果を比較する。さらに各街路網の「再歩行のしやすさ」と、被験者の「経路記憶タイプ」の関連を見出すことを試みた。その結果、「鳥瞰タイプ」がどの街路網パターンにおいても正確な再歩行に有効であることや、景観変化が多い街路網においては「シーン・動作連動タイプ」の記憶タイプが有効にはたらくなど、各街路網パターン別に効果的な記憶タイプを明らかにした。それらの分析の結果から、各街路網パターンが有する空間的わかりやすさの優劣が明らかとなった。

**キーワード:** 空間のわかりやすさ、経路記憶

## 1. はじめに

道に迷うことのないわかりやすい都市をいかにして計画するかという問題は、都市、建築、交通、環境心理学等の様々な分野において議論されてきた<sup>1)</sup>。著者らは、交差道路における方向認知について透視形態の特徴に着目した研究<sup>2)</sup>や街路の空間形状認知について、沿道建物などに着目した研究を進めてきた。特に後者の研究では、実際の景観映像の中にある検討対象外の要因の影響を除去した上で、動的な空間認知を分析するために、CGアニメーションを使用した実験を行った。従来の多くの研究は、対象街路における歩行実験が行っているが、街路の空間条件は多くの要因が複雑に絡み合うので、本研究が対象としている都市の骨格としての街路網形態の影響が明らかにされているとは言いがたい。

本研究では、わかりやすい都市とは、目の前の都市景観映像を2次元平面図(イメージマップ)へと変換しやすく、記憶を頼りにした再歩行がしやすい空

間であると考えているが、これについて歩行する街路網の空間情報形態によって空間認知がどのように影響を受けるか検証する。

## 2. 本研究の着眼点

先行研究では多様な形状の街路・交差点を対象として、わかりやすさに関する認知研究を行ってきたが、本研究では、格子状街路を対象にする。これは土地区画整理等の開発でよく用いられる街路形態であり、その機能的メリットも大きいとその反面、景観の変化に乏しく、他の場所との区別がつきにくいいため、場所の同定が困難というデメリットも存在する。均質な格子状街路網をわかりやすい都市にするためには、道路の配置計画や景観計画を通じて場所の固有性を与える事が必要と考える。これは同時に都市景観としての魅力を高めていくことにも繋がる。

「わかりやすい都市」には多様な意義があるが、

- 本研究では以下の3点を満たすことであるとする。
- a) イメージマップ(認知地図)を正確に描画できる。
  - b) (記憶を頼りに)再歩行が正確に行える。
  - c) 方向感覚の維持ができる。

これらのわかりやすさについて、定量的な指標を用いた分析を行う。

### 3. 格子状街路に特徴を与える空間構造

格子状街路は均質になりがちだが、これに景観的な変化を与えて場所性を強調する例には、表-1に挙げた例などがある。これらの街路網は、さいたま市の新興住宅地や、格子状街路網が広がる北海道(札幌や帯広)、ニューヨークのマンハッタンなど、実際に格子状街路網に変化を与える道路網事例の調査に基づいて整理したものである。

各パターンについて、「認知上での道路の役割」、「認知距離や空間構造把握における認知の歪み」などに関する仮説を立てた。メインストリートが街区長辺方向に延びているパターン1は、メインストリートの存在がランドマーク的存在となることが予測され、この道路を歩行、横切る時に認知の修正が行われると考えられる。方向によって幅員差が存在するパターン2は、その幅員差が歩行体験を単調にしないので、正確な空間把握に有効にはたらくと考えた。T字路が存在するパターン3と4だが、視線が遮られるT字路が体験の印象を強くすると考えた。その中でパターン3は、街区が千鳥構造になっている境界道路が経路記憶の基準となると考える。パターン4は街区の長辺方向が異なるので、認知を困難にする

可能性がある。格子状街路網内の斜めに通る道路が1本存在するパターン5・6・7は、道路の交差角度に変化が生まれるので体験の印象を強くすると考えた。また、斜めに通る道路の認知距離は他の道路の認知距離とは異なるとの仮説を立てた。その中で、その道路を境に街区の向きが異なるパターン6は、街区の向きの変化を体験することで方向感覚を失いやすいと考えられる。斜めに通る道路が2本存在するパターン7は、2本であることを認知できれば正確な認知に有効だが、同じ道路であると誤認してしまった場合は街路空間把握を大きく誤ることになると仮説を立てた。

以上の仮説群を仮想空間を用いた空間把握実験により検証する。

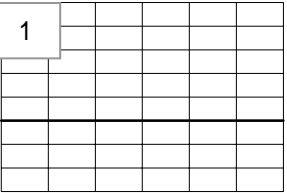
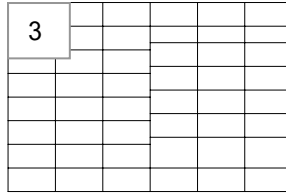
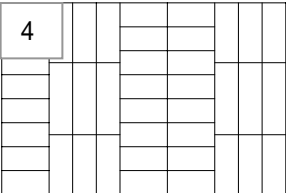
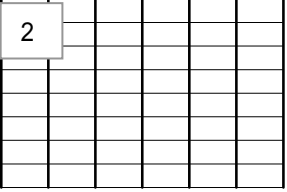
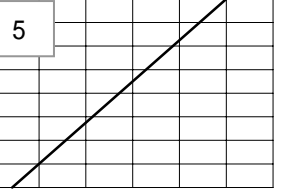
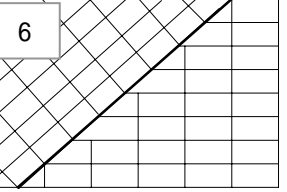
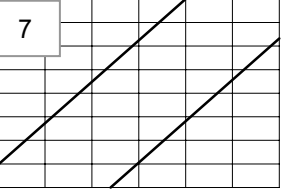
### 4. 格子状街路における空間把握実験

前章で述べた「わかりやすさの指標」について歩行者の空間認知を検証するため、以下のような空間把握実験を被験者20名に対して行った。

表-1に示す街路網をCGモデル化し、リアルタイム3次元ビューアにてスクリーン投影する環境を整えた。被験者はこの仮想空間内において自由な移動体験をする事が可能である。

このモデル空間内で歩行者が辿る経路については、慎重に吟味をした。経路上の曲折回数や通過交差点数、歩行距離は、被験者の経路記憶に影響を与える要因であると考えられる。これらの要因が各パターン間で大きく異なってしまう場合は、街路網構造が経路記憶に及ぼす影響を測定できないので、できるだけ

表-1 本研究で評価対象となる街路網パターン

メインストリートが存在する場合	T字路が存在する場合		
			
1:基本的な格子状街路網内にメインストリートが1本存在するタイプ	3:ある道路を境界に街区が千鳥構造になっておりT字路が存在するタイプ 4:街区の方向が異なる事でT字路が存在するタイプ		
東西と南北で幅員に差がある場合	斜めに通る道路が存在する場合		
			
2:基本的な格子状街路網で、方向によって道路に幅員差があるタイプ	5:格子状街路網内に斜めに通る道路が1本存在するタイプ 6:斜めに通る道路を境界に、街区の方向が異なるタイプ 7:格子状街路網内に斜めに通る道路が2本存在するタイプ		



### (3)記憶のタイプの類型化

各街路網パターン毎に、有効な記憶の仕方・型が存在すると考え、記憶タイプの類型化を試みた。まず、実験後に行った被験者からのインタビューより、「頭の中でどのように地図をイメージしたか」「再歩行時に何を判断材料にしていたか」の返答を整理した。また、認知地図の観察することで、基準・印象に残ったものに色付けさせた道路の数を測定した。さらに、認知地図の精度と再歩行の正答率を比較し、著しく差があるものを抽出した。これらから、どの

ような記憶タイプが存在し、被験者がそのどれに属しているかを考察した。結果、経路を記憶する際の記憶タイプを6タイプ抽出した(表-2)。人によっては、いくつかの記憶タイプを組み合わせる保有している場合がある。

### (4)再歩行の精度と記憶タイプ

これまで採り上げてきた都市のわかりやすさを示す指標の中で、再歩行のしやすさに着目する。認知地図が少し歪んでいたり、方向感覚の維持ができなくても、再歩行を正確に行うことが可能であれば、目的地に到着することは可能であることを考えると、「再歩行」が実際の散策体験では大きな重要性を持つと考えられるからである。

正確な再歩行をするためには、都市がわかりやすい構造を有すると同時に、経路記憶の仕方などの人的要因も重要である。そこで、各街路網パターンで、正確な再歩行をするために有効な記憶タイプを探ることを目的とした。表-3では、被験者別に各街路網パターンの正答率とその被験者が属する記憶タイプを照らし合わせた。

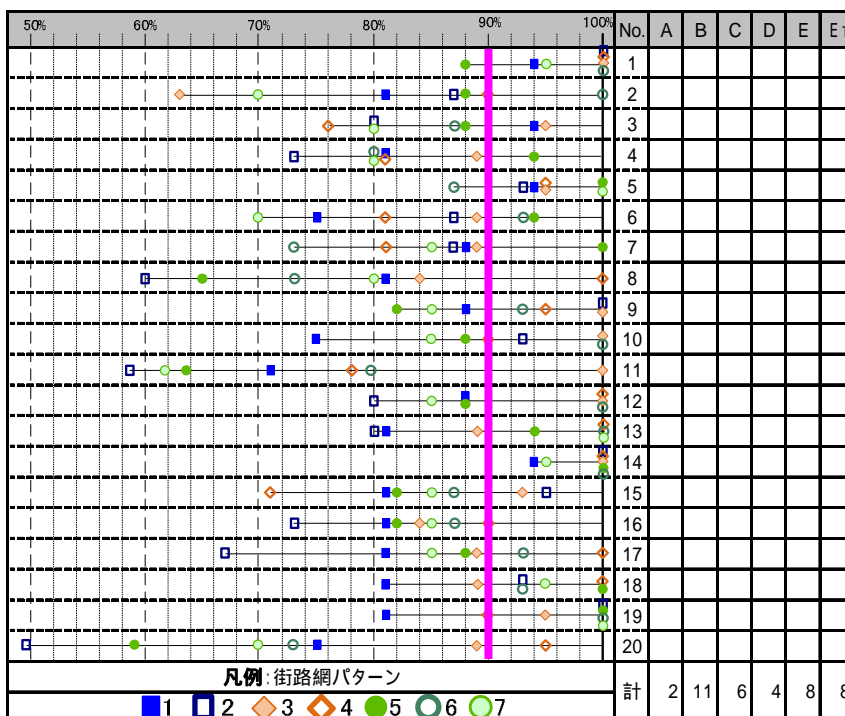
はじめに、「正確な再歩行」の定義をする必要がある。本研究では、交差点での経路選択ミス回数などを考慮し、「再歩行正答率 90%以上」であることが「正確な再歩行ができている」と設定した。

次に、各街路網パターンごとに「再歩行正答率 90%以上」である被験者を集め、その被験者たちが属している記憶タイプの数を集計した。そして、その数と全被験者の各記憶タイプ該当者数との割合を計算した。これを、再歩行高正答率者の「記憶タイプ該当率」と呼ぶことにする。この「記憶タイプ該当率」が意味することは、その数値が低ければ、その記憶タイプに属する人のうち正確な再歩行を行えた被験者は少なかったことを示す。つまり、その街路網パターンではその記憶タイプは有効で

表-2 記憶タイプの類型化

<b>[A]鳥瞰タイプ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>体験移動しながら、パードビューの視点を持って地区のイメージを行う。高次元の認知。</li> <li>頭の中のイメージマップと目の前の体験を照合させながら再歩行をする。</li> <li>以下の被験者がこれに該当する。</li> <li>インタビューにて「空から見た映像をイメージしながら移動した」と答えた被験者</li> </ul>
<b>[B]曲折方向コード化タイプ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>交差点の曲折順序を記憶する。</li> <li>タイプ[C]と組み合わせる事が多い。</li> <li>以下の被験者がこれに該当する。</li> <li>再歩行の判断材料が記憶した曲折方向に依存する被験者</li> </ul>
<b>[C]曲折場所コード化タイプ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>前回曲がった交差点から何番目の交差点を曲がるかを記憶する。</li> <li>タイプ[B]と組み合わせる事が多い。</li> <li>正しく記憶できていれば再歩行は成功するが、曖昧な記憶は想起を誤る場合もある。</li> <li>以下の被験者がこれに該当する。</li> <li>インタビューにて「交差点の数を覚えながら地図を描いた」と答えた被験者</li> <li>認知地図の観察にて、「直進した道路にも交差点の存在をマークしていた」被験者</li> </ul>
<b>[D]基準軸設置タイプ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ある道路を絶対的な基準にして、地図をイメージする。</li> <li>頭の中のイメージマップと目の前の体験を照合させながら再歩行をする。</li> <li>以下の被験者がこれに該当する。</li> <li>インタビューにて「道路のつながりを考えながらイメージした」と答えた被験者</li> <li>認知地図の観察にて、基準道路を多くマークした被験者</li> </ul>
<b>[E]シーン・動作運動タイプ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ルートの曲折順序が少し曖昧であっても、再歩行で映像を再確認した時に、進行方向を正確に決定できる。</li> <li>以下の被験者がこれに該当する。</li> <li>再歩行時の判断材料として、シーンの特徴を挙げた被験者</li> <li>認知地図の精度は低い再歩行の精度は著しく高い被験者</li> </ul>
<b>[E<sub>1</sub>]T字路シーン・動作運動タイプ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>タイプEの限定型。</li> <li>T字路など、視線の見通しが遮られることでそのシーンを大きな目標・手がかりにし、その映像内の要素(家の色など)を再歩行の判断材料にしている。</li> <li>以下の被験者がこれに該当する。</li> <li>再歩行時の判断材料としてT字路シーンの特徴を挙げた被験者</li> <li>認知地図にT字路やその周辺要素を色付け記入している被験者</li> </ul>

表-3 被験者別 各街路網パターンの正答率と属する記憶タイプ



はないことがわかる。一方、その数値が高いということは、その記憶タイプに属する人のうちで正確な再歩行を行える人が多かったことを表し、その記憶タイプがその街路網パターンにおける正確な再歩行

表-4 再歩行高正答率者の記憶タイプ該当率(例：パターン5)

	90%	100%	No.	A	B	C	D	E	E <sub>T</sub>
	●	●	1						
	●	●	4						
	●	●	5						
	●	●	6						
	●	●	7						
	●	●	13						
	●	●	14						
	●	●	18						
	●	●	19						
計				2	5	3	1	6	1
各記憶タイプに属する被験者数				2	11	6	4	8	8

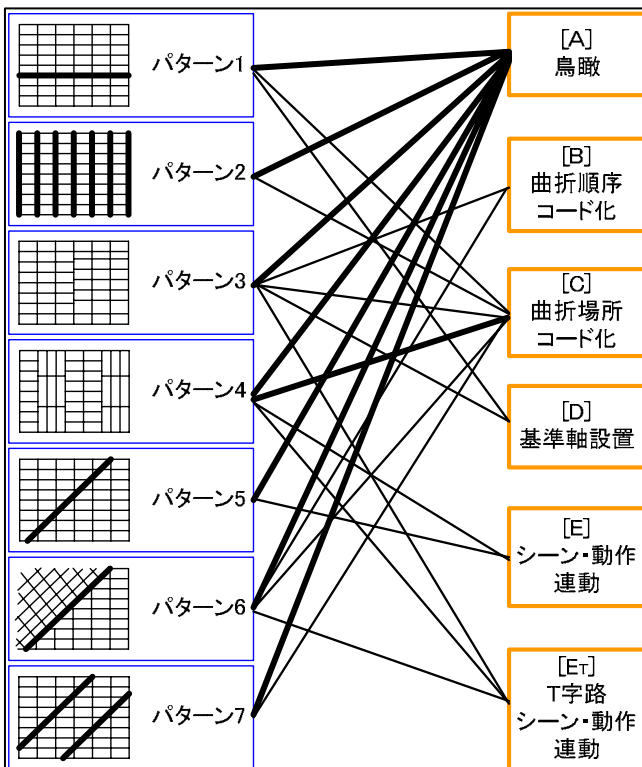
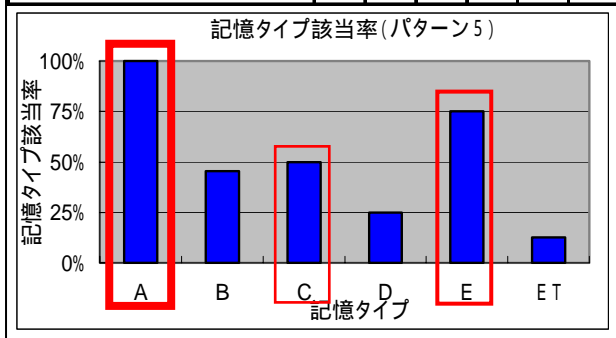


図-5 街路網パターンと記憶タイプの関係

に有効であるといえる。

ここでは同様にパターン5の場合を例に挙げる。パターン5における再歩行正答率90%の被験者を集め、彼らの記憶タイプ該当率を算出した。すると、表-4に示されるように、[A]鳥瞰タイプが最も有効な記憶タイプであり、次は[E]シーン動作連動タイプである。街路網パターン毎のわかりやすさ評価で、斜めに通る道路がシーンの印象を強めるという結果を得ており、そのシーンと動作を連動させた[E]タイプが、正確な再歩行を助けていると考えてよい。

同様に、各街路網パターンごとに正確な再歩行に有効にはたらく記憶タイプを抽出した。それらをまとめると、図-5のような関連図を描くことができる。再歩行を正確に行う時、[A]鳥瞰タイプの記憶は非常に有効と言える。また、[C]曲折場所コード化タイプも全てのパターンである程度の該当率となっており、曲がる場所を覚えてしまう記憶方法が、正確な再歩行を助けていると考える。

各街路網パターン別に結果を追うと、まず、街路網パターン1と3は、[D]基準軸設置タイプが有効であることが示されている。この両パターンにおいては、広幅員もしくは街区千鳥配置の境界である道路がメインストリートの役割を果たすという仮説を立てており、この仮説を立証していることになる。また、T字路が存在するパターン3と4は、[E<sub>T</sub>]T字路シーン・動作連動タイプが有効であることが示され、やはりT字路が体験の印象を強くして正確な再歩行に有効にはたらいっていることを確認できた。同様にパターン6も[E<sub>T</sub>]T字路シーン・動作連動タイプが有効であることが示されているが、これは街区の向きが異なることによって道路方向の視線が建物に遮られることとなり、T字路同等の景観変化が生まれているということが言える。一方、方向によって道路の幅員差が設けられたパターン2は、[A]鳥瞰タイプと[C]曲折場所コード化タイプ以外は、正確な再歩行に有効な記憶タイプはあまり無い。パターン2は、他の交差点、もしくは他の道路と区別の付くような特徴を有しておらず再歩行の手がかりとなる要因が少ないことがその理由と考えられる。

このようにして街路網パターンとその地区の再歩行に適した記憶タイプの関連が明らかになった。

(5)まとめ - 各街路網パターンが有する空間的わかりやすさ

以上の分析結果をまとめ、各街路網パターンが有している空間的わかりやすさをまとめたのが表-5である。各街路網の特徴が、経路記憶にどのようにはたらいっているかを整理した。全体的に景観に特徴



を与える道路は、他の道路に比べて認知距離の誤差が大きくなる傾向もあるが、再歩行時には正しい判断に貢献している。

## 6. 結論

本研究では、均質になりがちな格子状街路の景観体験に変化を与えると考えられる街路網パターンを挙げ、その街路網パターンの空間的わかりやすさを検証したものである。その過程で、被験者による空間把握実験を行い、空間のわかりやすさを示す指標を、被験者の「認知地図の正確さ」「経路選択(再歩行)の正答率」「方向感覚の誤差」とした。これら

の指標により、各街路網パターンの場の定位に影響を与える特性や、他のパターンとのわかりやすさに関する優劣の傾向を見出した。

また、被験者の記憶のタイプを抽出し、6グループに類型化をすることができた。そして、「記憶タイプ」と「街路網パターン」との関連が明らかになった。[A]鳥瞰タイプは、どの街路網パターンにおいても有効であるが、より高次元の認知のため、属する被験者は少ない。T字路、もしくは視線が遮られる街路網構造になっているパターンにおいては、[E]および[E<sub>T</sub>]シーン・動作連動タイプが、正確な再歩行に対して有効にはたらくなど、各街路網パターンにおいて、正確な再歩行を行うために有効なはたらきをする記憶タイプが存在することが明らかになっ

表-5 各街路網パターンの空間的わかりやすさ

	パターン1	パターン2	
街路網特徴の役割	メインストリートが1本存在することを認知できる人にとっては大きな目印となる。	道路の延びる方向を把握するのは容易となる。すべての交差点が同じ構図になってしまうという問題点もある。	
認知距離の歪み	メインストリートは他の道路に比べて認知距離を過小評価する傾向にある。	経路をコード化して記憶する傾向があり、距離感が無くなりやすい。	
再歩行	メインストリート周辺では誤りにくい。	交差点が同じ構図になってしまい、曲がる地点の手がかりが少ない。	
方向感覚	メインストリートを基準にすれば大きな誤差は生まれない。	認知距離のずれが誤差に影響を及ぼしているが、方向認知の回答は容易。	
記憶タイプとの関連	正確な再歩行に有効な記憶タイプ [A] [C] [D] 有効な影響力の強さ A > C = D	正確な再歩行に有効な記憶タイプ [A] [C] 有効な影響力の強さ A > C	
	パターン3	パターン4	
街路網特徴の役割	千鳥構造になっている境界道路を認知できた人にとっては、その道路は認知の基準となる。T字路は効果的にシーンの印象を強めている。	街区の方向が異なることで道路ネットワークのつながりを把握しづらい。しかし、T字路が散在しているので、シーンの印象を強める。	
認知距離の歪み	境界道路を認知できなかった人は、この道路を過小認知する傾向にある。	街区の方向が同一でないことから、各区間でずれが生じている。	
再歩行	T字路の存在が正確な再歩行に貢献するが、境界道路は曲がる地点の判断に苦しむ。	街路網の特徴を把握できていなくても、T字路が散在していることが正確な再歩行を助けている。	
方向感覚	街路網の構造を把握できていれば大きな誤差は生まれない。	大きな変動は無い。	
記憶タイプとの関連	正確な再歩行に有効な記憶タイプ [A] [B] [C] [D] [E] [T] 有効な影響力の強さ A > E > C > D > B	正確な再歩行に有効な記憶タイプ [A] [B] [C] [D] [E] [E] [T] 有効な影響力の強さ A > C > B = D = E = E	
	パターン5	パターン6	パターン7
街路網特徴の役割	道路が斜めに通っていることは把握しやすく、且つ道路の接続角度に変化を与えていることからその区間の印象を強くする。一方で、方向感覚の維持が困難になる傾向もある。	街路網の特徴より、境界道路方向を眺めた時に視界が遮られ、T字路のような役割を果たす。一方で、境界道路で分断された地区をまたいで体験すると、認知のずれは生じやすい。	斜めに通る道路が2本あることを把握できていれば、正しい認知に大きく貢献するが、把握できない(1本だと思いついでいる)場合が多く、誤らせる要因となっている。
認知距離の歪み	斜めに通る道路の認知距離を過大評価する傾向がある。	境界道路で分断された区域で、認知距離が異なってくる。	パターン5同様。
再歩行	斜めに通る道路を含む区間は正確な再歩行が可能。その道路から離れると、誤ってしまう。	境界道路の体験と遠方から境界道路の存在を確認できることが、正確な再歩行に貢献している。	街路網の特徴を把握できていなくても、斜めに通る道路周辺の再歩行は正確になる。
方向感覚	斜めに通る道路体験後、誤差が大きくなる傾向にある。	スタート地点とは街区の方向が異なる地区に入ると誤差は増える。	パターン5同様。
記憶タイプとの関連	正確な再歩行に有効な記憶タイプ [A] [C] [E] 有効な影響力の強さ A > E > C	正確な再歩行に有効な記憶タイプ [A] [B] [C] [E] [T] 有効な影響力の強さ A > C > E > B	正確な再歩行に有効な記憶タイプ [A] [C] 有効な影響力の強さ A > C

た。こうした関係性がより明確となれば、空間計画者の意図と空間利用者の認知を結びつけることが可能となる。

最終的に、各街路網パターンが有する空間的わかりやすさを表-5に整理して示した。

これらを総合的に街路網パターンの評価をすると、次のことが言える。

(a) 正確なイメージマップ（認知地図）

最も描きやすいパターンは、格子状街路内に斜めに通る道路が存在するパターンである。一方、正確に描きにくいパターンは、街区の方向が異なることでT字路が存在するパターンである。

(b) 正確な再歩行

正確な再歩行をしやすいパターンは、T字路が存在するパターン（街区が千鳥構造になることでT字路が存在するパターンと、街区の方向が異なることでT字路が存在するパターン）である。一方、正確な再歩行をしにくいパターンは、方向によって道路の幅員に差があるパターンとなる。

以上のような各街路網の空間的わかりやすさをより詳細に解明することにより、それらが持つ「特性を活かす」もしくは「欠点を解消する」などの対応が街路網計画で検討できると考える。

#### 参考文献

- 1) K.Lynch (丹下健三・富田玲子訳): The Image of the city(都市のイメージ), 岩波書店
- 2) Hidenori YAGI, Kiyotaka FUKAHORI and Yoichi KUBOTA: Cognition of Road Direction affected by Geometric Features of Perspective View, *EBRA2004* p220-227, 004
- 3) Dietrich Garbrecht: Pedestrian paths through a uniform environment, *Town Planning Review*, 1971
- 4) Donald Appleyard: *Styles and Method of Structuring a City*, Environment and Behavior, 1970
- 5) 船橋國男: 初期環境情報の差異と経路探索行動の特徴: 不整形街路網地区における環境情報の差異と経路探索行動ならびに空間把握に関する実験的研究 その1, 日本建築学会計画系論文報告集, NO.424, 1991
- 6) 船橋國男: 格子状街路網地区における経路の選択ならびに探索に関する調査実験, 日本建築学会計画系論文報告集, NO.428, P.85, 1991
- 7) 西應浩司・材野博司: 都市空間構造の認知と行動に関する研究 認知地図と視覚行動の分析, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 1999
- 8) 西應浩司・材野博司: 認知地図から見た街路空間の連続的認識, 日本建築学会計画系論文報告集, 2000