地理的イメージにおける概念図式

EFFECTS OF COGNITIVE SCHEMA ON GEOGRAPHICAL URBAN IMAGE

青木義次*, 朴 鍾薰**, 大佛俊泰***

Yoshitsugu AOKI, Jonghoon PARK and Toshihiro OSARAGI

It is important in the studies on urban image to discuss not only the perceptible objects itself but also the cognitive schemata figured in our minds.

We can imagine the geographical structure of cities although the objects can not be seen directly. This fact suggests that we have a kind of cognitive schema for the geographical urban image. As an example, we made surveys on our geographical image of the loop lines of stations in Tokyo, Osaka and Seoul. The results show us that our geographical image of loop lines is transfigured to the very simple circular shape with the effects of the cognitive schema.

Keywords: cognitive schema, loop line, geographical image, urban image, transfigure of image

認識図式, 環状線, 地理的イメージ, 都市イメージ, イメージ変形

1. はじめに

K. リンチの研究¹⁾以来, 今までの都市イメージに関する研究は, 直接知覚できる物的対象の特性がわれわれのイメージ形成にいかに関与を及ぼすのかという視点から視覚対象としての都市について多く論じられてきた。こうした研究の成果は, 都市や地域の物的環境要素の整備・改善計画に役立ってきたといえる。

一方, われわれは, 直接知覚できない都市構成要素に対しても, ある種のイメージを持っている。たとえば, 大都市全体の形状とか地下鉄の路線形状に関して, 漠然とした認識を持っている。三條²⁾は, "わかりやすさ" の面からこの問題に接近している。本研究での基本的な関心事は, 直接知覚不可能な対象に対するこうした理解はどのようななされているのかという点にある。とくに, 都市における位置・距離・方向等に関するイメージは, われわれの生活と密接な関係を持っているからである。以下では, 都市要素間の位置関係や距離関係についてのイメージを「地理的イメージ」と呼び, このイメージの

一端を明らかにしたい。

若干突飛な発想であるが, 夜空の星の配置はランダムに近く, 工学的に星の配置情報を記述したとしたら膨大なものとなるが, われわれは, それらを見慣れた形よく知っている形になぞらえて星座として簡単に理解している。本研究のアイディアは, この星座の例のように, よく知られた形になぞらえて都市の見えない空間構造を理解しているのではないかという仮説から出発している。

2. 地理的イメージ形成に関する仮説と分析手続き

一般に, 都市を構成する要素は, 次の三者に分けて捉えられることが多い。すなわち, 主要施設やランドマークなどの点的要素, 幹線道路などの線的要素, そして, 面的広がりを持った大きな公園などの面的要素である。われわれは, こうした都市構成要素間の空間的関係をたえず参照しながら都市内で活動していると言える。

本研究では, 都市の地理的関係を理解する上で重要な

本稿は, 文献3)・文献8)をもとに修正・加筆したものである。

* 東京工業大学工学部建築学科 教授・工博

** 新菱冷熱工業株式会社・工修

*** 東京工業大学工学部建築学科 助手・工修

Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

Shinryo Co. Ltd., M. Eng.

Research Assoc., Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Tokyo Institute of Technology, M. Eng.

役割を担っていると思われる都心部の主要鉄道路線を分析対象としている。鉄道路線について言えば、われわれは点的要素である各駅の位置をイメージすることで、それらを連結した線の要素である路線形態をイメージし、逆に、路線形態をイメージすることで駅の位置をイメージしていると言える。本研究では、鉄道駅（点的要素）の位置に関する調査結果をもとに検討しているが、これは同時に、路線形態（線の要素）に関するイメージ分析でもあるとも言える。

駅のひとつひとつは直接見ることはできても、その全体像（各駅の位置関係）は見ることはできない。しかし、われわれはその路線形態についてもあるイメージを持っている。この地理的イメージは、それまでの鉄道利用の経験や、人からの伝聞、または、ガイドブック等にある路線図や地図をもとに形成されている可能性がある。いずれにしても、それまでに獲得したあらゆる情報を駆使して、自分にとって一番わかりやすいように理解・記憶しているであろう。

都市骨格である路線形状を理解する際、先の星座の例での「よく知られた形」に相当するものは何であるかが問題である。この「よく知られた形」を本論文では『概念図式』と呼ぶことにしたい。星座の場合は、神話や生活に密着した動物などの形がみられた。しかし、星座が命名された時代と比べると、われわれは、幾何図形という概念を持っており、これを自由にイメージすることができる。以下で分析する環状線やその中央を通る路線に関して言えば、円や直線という形を、よく知られた形として利用しているとも考えられる。つまり、神話や生活の場に見られる「もの」の形ではなく、既に抽象化された「幾何図形」の形になぞらえて理解しているというのが、本研究の仮説である。

この主張の妥当性を確認するため、環状線とその中央を結ぶ路線形態をもつ東京の山手線、大阪の環状線、ソウル市2号線を対象として選び、環状部分が円に近く理解されていること、中央直線状の路線がより直線的に理解されることを、イメージマップ（スケッチマップ）を用いた分析で明らかにしたい。

また、星座の理解が、神話や生活に密着したものの形になぞらえてなされていたとすれば、文化的な枠組みの影響は必須であると言わざるを得ない。たとえば、北斗七星は、熊とみる文化も杓とみる文化もある。一方、もしも幾何図形の形になぞらえているのであれば、文化的枠組みの影響は比較的少ないと考えることができる。

この点を確認するため、上記のソウル市2号線を対象に、日本人と韓国人の二つの被験者グループでの差異を調べ、有意な差異が見出せないこと、すなわち、文化的枠組みの影響が少なく、概念図式としては幾何図形のような普遍的なものが利用されているということを示したい。

3. 調査方法とイメージマップ

3. 1 地理的イメージ調査の概要

同じ環状構造を持つ三つの環状線（東京の山手線、大阪の大阪環状線、韓国ソウル市の環状2号線）を調査・分析対象とし、これらについて、各駅の位置関係がどのように理解されているのかをイメージマップによって調査した。単純な駅名の記入ミスなどによって有効サンプル数が減ってしまうことが危惧されたので、本調査では、環状線の各駅名を正しい順序で提示した（表1参照）。また、記入紙の大きさ等が影響しないように、方向性のない大きな紙に描いてもらった。さらに、調査時には、次のことを、文章と口頭により被験者に指示した。すなわち、1)本調査は、鉄道駅の位置関係がどのように認識されているかを調査することで、居住者の都市空間認識の仕方を求めようとするものであること。2)この結果は、今後の都市計画のための基礎情報となりうる。3)近くの駅だけでなく、全体の位置関係にも注意を払いながら、できるだけ正確に描くこと。4)一度描いた駅でも、自分のイメージに合わない場合には、積極的に修正しながら描くこと。5)与えた紙に収まるように注意すること。6)駅の位置を点で、線路は線で表現すること。7)全く知らない駅は記入せずに、駅名リスト（表1）の番号に○印を記入すること等である。

各調査についての詳細は以下のとおりであり、被験者の具体的なプロフィールを表2に示してある⁹⁾。

①山手線：山手線とその内側の中央線・総武線を含めた

表1 駅名リスト

山手線			中央・総武線
1 東京	11 渋谷	21 駒込	30 御茶の水
2 有楽町	12 原宿	22 田端	31 水道橋
3 新橋	13 代々木	23 西日暮里	32 飯田橋
4 浜松町	14 新宿	24 日暮里	33 市ヶ谷
5 田町	15 新大久保	25 鶯谷	34 四谷
6 品川	16 高田馬場	26 上野	35 信濃町
7 大崎	17 目黒	27 御徒町	36 千駄ヶ谷
8 五反田	18 池袋	28 秋葉原	
9 目黒	19 大塚	29 神田	
10 恵比寿	20 巣鴨		
大阪環状線			御堂筋線
1 大阪（梅田）	7 玉造	13 芦原橋	19 淀屋橋
2 天満	8 鶴橋	14 大正	20 本町
3 桜の宮	9 桃谷	15 弁天町	21 心斎橋
4 京橋	10 寺田町	16 西九条	22 難波
5 大阪城公園	11 天王寺	17 野田	23 大國町
6 森の宮	12 新今宮	18 福島	24 動物園前
ソウル市2号線			4号線
1 市庁	15 城内	29 奉天	44 忠武路
2 乙支路入口	16 釜室	30 新林	45 明洞
3 乙支路3街	17 新川	31 新大方	46 會賢
4 乙支路4街	18 綜合運動場	32 九老工団	47 ソウル駅
5 東大門運動場	19 三成	33 大林	48 淑大入口
6 新堂	20 宣陵	34 新道林	49 三角地
7 上往十里	21 駅三	35 文來	50 新龍山
8 往十里	22 江南	36 永登浦區庁	51 二村
9 漢陽大	23 教大	37 望山	52 銅雀
10 Ttukusun	24 瑞草	38 合井	53 總神大学
11 聖水	25 方背	39 弘大入口	
12 建大入口	26 舍堂	40 新村	
13 九宜	27 落星岱	41 梨大入口	
14 江邊	28 ソウル大入口	42 Ahyon	
		43 忠正路	

36駅を対象とし、52人の被験者から各駅についての地理的イメージを得た（調査期間は1987年3月～4月）。

②大阪環状線：大阪環状線および内側の地下鉄御堂筋線を含めた24駅を対象とし、46人の被験者から地理的イメージを得た（調査期間は1990年8月）。

③ソウル市2号線：ソウル市2号線および内側の4号線を含む53駅を対象とし、ソウル市在住の韓国人60人と日本人32人から地理的イメージを得た（調査期間は1991年8月）。

この調査では、数を限定した駅の位置関係だけについて調べていることから、修正を繰り返しながら丁寧に描いてもらっているにもかかわらず、街路のイメージマップを描くときよりも、極めて短時間で描くことができた。そこで、駅の数には非常に多いが、地理的イメージの抽出にイメージマップを用いてもよいものと判断した。

路線形態の認識の程度は、鉄道の利用経験にも依存している可能性がある。しかし、あらかじめ行った予備分析の結果からは、描かれたイメージマップと利用経験との間には関連性は認められなかった⁷⁾。そこで、本研究では、鉄道利用の経験との関連性については、詳しく議論しないこととした。また、居住歴との関係についても同様に調査したが、両者には強い関連性は認められなかった⁸⁾。

被験者の描くイメージマップの大きさには個人によるばらつきがあるので、採用したイメージマップには図1に示すような基準化を施した。すなわち、(1)実際の各駅の位置から求めた重心と、イメージマップに描かれた各駅の位置から求めた重心とを重ね合わせ、(2)実際の駅とイメージマップ上の同一駅との距離自乗和が最小となるように、イメージマップに回転と拡大・縮小の変換を施した⁹⁾。

以下での「地理的イメージ」とは、上記のような基準化を施して得られた各被験者の環状線の地理的イメージを意味することとする。

3. 2 イメージマップと直線距離評価

地理的イメージ抽出の一方法として知られるイメージマップは、紙面の大きさなどの制約から、とくに周辺部でイメージマップが歪んでしまう恐れがある。そこで、本調査でのイメージマップの信頼性確認を次のように行った⁹⁾。すなわち、ソウル市内の知名度の高い9駅について、各駅の位置を紙面上に記してもらいイメージマップによる方法と、全ての駅の間直線距離を記入してもらい直線距離評価法⁴⁾とによって地理的イメージの抽出を行い、両者を比較検討した（被験者は上記のソウル市在住の計92人）。後者については、求めた各駅間の直線距離をもとに多次元尺度構成法(MUSCAL)を用いて2次元マップを作成した。図2は、実際の駅の位置、イメージマップから得られた駅の位置、直線距離評価法から得ら

表2 被験者の属性

(単位：人)			東京 山手線 (52人)	大阪 環状線 (46人)	ソウル2号線 韓国人 (60人)	ソウル2号線 日本人 (32人)
性別	男	性	39	32	38	20
	女	性	11	14	22	12
年齢	20歳以下	不明	25	23	0	0
	21～30歳	不明	23	10	45	10
	31歳以上	不明	2	3	15	22
	不明	不明	2	0	0	0
居住歴	0～4年	不明	25	1	5	30
	5～10年	不明	6	3	10	20
	11～20年	不明	6	29	20	0
	21年以上	不明	12	12	25	0
職業	高校生	不明	0	33	0	0
	大学生	不明	48	5	35	0
	会社員	不明	2	6	20	20
	主婦	不明	0	2	0	12
環境線利用状況	通勤に利用	不明	21	9		
	通学に利用	不明	26	30		
	買い物に利用	不明	3	4		
	あまり利用しない	不明	2	3		
住所	都・府・市	不明	29	44	60	32
	ソウル市内	不明	21	0	0	0
	その他	不明	2	2	0	0

図1 規準化の手順

図2 イメージマップと直線距離評価法との比較

た駅の位置を重ねて示したものである。両者の結果はよく一致し、懸念されたような大きな歪は生じていないと言える。

【凡例】○：実際の位置 ■：イメージ上の位置

図3 環状線の実際の形態と地理的イメージ

4. 環状線の認識図式

4.1 イメージ像からの検証

各駅の実際の位置とイメージ上の位置（各被験者の地理的イメージの平均）を示したものが図3である。まず、図3(a)の山手線の結果を見ると、その形態は実際の形状に見られる凹凸がなくなり、かなり単純な円環状の形状として理解されていることがわかる。また、環状線内部の路線は直線により近い形状として理解されていると言える。この事実は、われわれの仮説と一致している傾向であると言える。

さらに、この仮説の妥当性を確認するため、対象をかえて、大阪環状線に対する分析を行った。その結果を図3(b)に示す。これを見ても、同様の円状の地理的イメージとなっている。また、「1. 大阪（梅田）」から南へ向ける地下鉄御堂筋線は、実際には環状線の外側にそって「24. 動物園前」駅を經由し「11. 天王寺」へ至るが、

イメージ上では環状線の内部から直接「11. 天王寺」へ接続している。すなわち、「24. 動物園前」駅は環状線の内部に位置するものとイメージされ、地理的イメージは位置的な変形だけでなくトポロジ的な変形までも受けている。この事実は、円と直線といった単純な図式になぞらえて理解しているということを裏付けるものと理解することができる。

次に、文化的枠組みの影響をみるため、文化的な背景や習慣、居住歴の異なるソウル市在住の韓国人と日本人に対し、同様の調査を行った。両国民のソウル市2号線に対する地理的イメージを求めたものが図3(c), (d)に示してある。ここでも同様に、環状線の形態は実際よりかなり単純な円状の形として認識されており、仮説と一致した事実となっている。しかも、日本人（ソウル市居住歴は平均2年）の地理的イメージは韓国人のそれと酷似しており、ほとんど差異は認められない。都市内居住

歴や文化的背景の違いによる地理的イメージの顕著な差異は見られず、上記の結果と合わせて、対象として選んだ路線に関して言えば、円と直線という幾何図形になぞられて都市空間を認識しているという主張は、妥当性のあるものと考えることができる。

4. 2 真円度による仮説検証

以上で求めた環状線の地理的イメージは、円状の単純な形態であった。しかし、これは各被験者の地理的イメージを平均したため円い形態となったとも考えられる。すなわち、各個人の地理的イメージは、それほど円に近くないという疑いも残る。そこで、個人レベルで検証するため、次のような指標値（真円度 τ ）を求め、各被験者の地理的イメージが実際の形態よりも円に近いことを検証した。この真円度は、次式によって定義され、この値が1に近いほど、より円に近い形態であることを示す指標である。

$$\tau = 2\sqrt{\pi S} / L$$

ただし、 S ：対象図形の面積、 L ：対象図形の周長

図4には、各被験者の地理的イメージの真円度の分布を示してある。実際の環状線の真円度（図中の▲印）と比較すると、ほとんど全員の地理的イメージの真円度は、実際よりも大きな値となっている。すなわち、各被験者の地理的イメージは実際の形態よりも、より円に近い形態となっており、われわれの主張は、各個人のレベルでも妥当なものと言える。

4. 3 地理的イメージの変形構造

以下では、直接知覚できない都市構成要素に対して、われわれが地理的イメージを形成する際に、円や直線といった概念図式を利用しているということを、地理的イメージの変形（実際の形状と地理的イメージとの乖離をこのように本文では呼びたい）の仕方から分析しておきたい。

変形の構造を理解するため、多少複雑になるが、以下のような分析手続きを取る。

図5(a)に示すように、重心から実際の駅の位置へ向かうベクトルを λ 、実際の駅の位置からイメージ上の駅の位置へ向かうベクトルを μ とする。さらに、ベクトル λ 、 μ が東西軸正方向となす角度を α 、 β として、この角度 α 、 β の関係から地理的イメージ変形構造の特性を調べる。すなわち、図5(b)のように、もともと楕円に近い路線形態が、円形の図式になぞられて理解されていれば、 α 、 β から求まる各点は直線 λ 上に位置することになる。また、局所的な区間において平行移動の変形が生じていれば図5(c)のようなグラフとなる。結果を図6に示してある。

山手線（図6(a)）に関しては、その地理的イメージの変形は、楕円が円に近づく変形であると言える。すなわち、もともと楕円に近い形態上にあった山手線の各駅の位置は円周上近くの位置にイメージされており、円とい

図4 真円度の分布

う概念図式をわれわれが利用していることを示している。しかし、実際の形態が、楕円に近い形態から乖離し、直線的になっている『1. 東京』～『5. 田町』の区間では、 β の値が α に関わらず横ばいとなっており、局所的には平行移動の変形もなされていることが分かる。このことは、東京～田町間において特殊なイメージ変形がなされたと言うよりも、全体として円になぞられて認識している結果（図3(a)参照）、現実の形態が楕円上にない東京～田町間は、楕円が円に近づく変形とは異なるイメージ変形として計測されてしまったと考えられる。

大阪環状線（図6(b)）については、山手線と比較すると、もともとその路線形態は円に近い。しかし、布置された点は直線 λ 付近に分布しており、より円に近い円環上に各駅はイメージされている。この事実も同様に、円という概念図式になぞられているという主張に一致する。

一方、ソウル市2号線（図6(c), (d)）に関しては、全体としては、円に近づく変形をしているものの前者ほどはっきりした傾向は観察されない（ソウル市2号線は、実際の路線形態が横長のため、図6での β の値は π だけ位相がずれている）。これは、実際の2号線の形態が幾

図5 イメージ変形構造の概念図

図6 地理的イメージの変形構造

分いびつであることが原因している可能性もある。

以上の変形構造を分析した結果においても、円という概念図式になぞらえているという主張は妥当性を持っていると考えられる。しかし、東京山手線やソウル市2号線には、これと異なる局所的な変形も見られ、われわれの主張は大局的な形状の理解についてのみ妥当であるという可能性は充分考えられる。

5. 結語

本研究では、直接知覚できない都市構成要素の位置関係に関して、われわれがどのように地理的イメージを形成しているのかについて検討した。具体的には、都市の基本骨格となるような環状の鉄道路線（山手線・大阪環状線・ソウル市2号線）について、その地理的イメージが、円や直線という幾何図形になぞらえて理解されることを論じた。すなわち、

①路線形態を単純な幾何図形になぞらえて、単純化して理解している。環状線は「円」図式のもとで、また、そ

の内部をとる路線は「直線」図式のもとで理解している。

②さらに、この図式による理解構造は、居住歴や文化的な背景の差異に依存した傾向は見いだせない。

以上の結果を総合すると、われわれは、都市空間内の複雑な位置関係も単純な概念図式にあてはめて理解しており、その概念図式は、ここで調査分析した環状の鉄道路線に限って言えば、文化的な枠組みに比較的影響されない幾何図形が用いられていると主張できる。しかし、どのような概念図式が利用されるかは、対象に依存すると考えられ、他の都市構成要素について言えば、文化的枠組みの影響が見られる可能性がある。

本研究で得られた結果を、直ぐに都市空間認識の一般論にそのままつなげることは困難はあるが、都市計画上での問題とのかかわりを明確化する意味で次のように主張したい。すなわち、都市の居住者は、都市を実際の形状の通り理解しているのではなく、概念図式を介して理解しており、実際に都市計画的観点から合理的な施設配置や動線計画がなされていたとしても、人々はそれと異なる位置関係や経路形状をイメージしていることがあるということである。すなわち、実際と地理的イメージのこうした乖離を前提として、計画がなされるべきであることを示している。また、本研究で分析した鉄道路線のような形状は、文化的枠組みにあまり依存しないことから、こうした対象に限定すれば、ここで得られた地理的イメージの乖離問題に関する知識は異なる文化においても有用であると言える。しかし、本研究で成しえなかった他の都市要素に関しては、依然として文化的枠組みの影響が考えられることから、以上の主張の一層の強化は今後の課題である。

さらに具体的な問題としては、こうした実際とイメージの乖離が、三條²⁾の指摘するように都市のわかりやすさにも関わり、場合によっては生死に関わる可能性もある³⁾。避難誘導や道路標識といった都市内地理的情報の提供に際しては、単に実態を正確に伝えるだけでなく、また、標識などの物的対象そのものに工夫を凝らすだけでなく、こうしたわれわれの都市空間認識の特性を十分考慮すべきである。

謝辞

本研究での調査においては、多くの方々にご協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。特に、調査・分析においてご尽力頂きました、篠崎健一氏（伊東豊雄建築設計事務所）、竹林正彦氏（日本設計）をはじめ、青木研究室の皆様にご感謝いたします。尚、本研究は文部省科学研究費一般研究（C）〔課題番号：03650489、平成3～5年度〕の一部として行ったものである。

【註】

- 1) 文献1) 参照。
- 2) 文献2) 参照。
- 3) この規準化の方法では、駅間の相対的方向、相対的距離などの相対的位置関係は完全に保存される。しかし、例えば、回転移動を行うので「新宿が南、品川が東の方に位置している」と言ったような、被験者の方位感覚のずれなどの絶対的な方位に関するイメージ変形の情報は捨象されてしまう。
- 4) 文献11), pp. 162~168 を参照。
- 5) 文献9), 10) を参照。
- 6) 今回の調査には広くて大きな机を要したため街頭調査等の形式は取れず、そのため、調査毎に被験者は調査実施者の知り合いなどを中心にある程度偏ったものとなった。しかし、後述するように、どの調査結果においても同様の傾向が伺えることから、職業・年齢などの違いは、直接分析結果には影響していないものと考えられる。
- 7) 表2に示した環状線の利用状況別にサンプルを分けて分析を試みたが、利用経験とイメージマップとの間には、何ら関係性は見いだされなかった。
- 8) 居住年数とイメージの変形の程度(後述する真円度)との関連性について調べたが、両者間の相関はほとんど0に近い値となった。詳しくは、文献6を参照されたい。
- 9) この分析は本研究を進める過程で追加的に行ったため、定期的に最後に行ったソウル市での調査をもとにしている。他の地域を対象とした確認作業は行っていないが、イメージマップの信頼性の確認だけの問題であるので、ソウル市の例のみで充分であると判断した。

【文献リスト】

- 1) Kevin Lynch: The Image of the City, the Massachusetts Institute of Technology 1960 (丹下健三ほか共訳: 都市のイメージ, 岩波書店, 1968)
- 2) 三條明仁: 東京の地下鉄網に対する認知構造に関する研究, 都市計画論文集, 27, pp. 283-288, 1992
- 3) 青木義次ほか: 都市の地理的イメージにおける認識フレームの影響—山手線イメージの円環的フレームによる変形—, 日本建築学会関東支部研究報告集(計画系), pp. 193-196, 1989
- 4) 青木義次ほか: 地理的イメージにおける認識の模式図の影響—山手線の円環状認識構造—, 日本建築学会大会学術講演梗概集(F), pp. 123-124, 1990. 10
- 5) 青木義次ほか: 地理的イメージにおける認識の模式図の影響—大阪環状線の円環状認識構造—, 日本建築学会関東支部研究報告集(計画系), pp. 201-204, 1991. 1
- 6) 青木義次ほか: 都市の地理的イメージにおける認識の模式図の影響—山手線及び大阪環状線の円環状認識構造—, 日本建築学会大会学術講演梗概集(F), pp. 161-162, 1991. 9
- 7) 青木義次ほか: 都市の地理的イメージにおける概念認識の影響—韓国ソウル市の2号線の認識構造—, 日本建築学会関東支部研究報告集(計画系), pp. 189-192, 1992. 1
- 8) 青木義次ほか: 地理的イメージにおける概念図形—ソウル市環状2号線の認識構造—, 日本建築学会大会学術講演梗概集(F), pp. 597-598, 1992. 8
- 9) 青木義次ほか: 地理的認識が避難行動に及ぼす影響—地震時避難行動の情報伝達作用モデルの研究 その4—, 日本建築学会大会学術講演梗概集(F), pp. 399-400, 1991. 9
- 10) 青木義次ほか: 情報伝聞と地理イメージ変形を考慮した地震時避難行動シミュレーションモデル, 日本建築学会計画系論文報告集, 第440号, pp. 111-118, 1992. 10
- 11) 日本建築学会編: 建築・都市計画のための調査・分析方法, 井上書院, 1987

(1993年4月7日原稿受理, 1993年8月25日採用決定)