

# 画像処理技術を用いた歴史的都市鎌倉における景観認知に関する研究

日大生産工 (院) ○新谷 伸高  
 日大生産工 (院) 山田 悟史  
 (株)大林組 渥美 智英  
 日大生産工 大内 宏友

## 1. はじめに

昨今の重要な課題となっている地域における共生の概念は、住民が自らと自身を取巻く環境を関連付け、地域を共通の財産として共感することが前提である。景観認知は、生活の中で形成される地域に対する認識のプロセスである。共生の概念において地域景観の共有の認識は重要な課題である。

自然と我々人間の創出物からなる地域環境は、複雑な形態を持つ物理的現象であると同時に社会的な役割を担う存在であり、さまざまな用途の建築物やその集合体である街区・市街地なども、社会システム・地域文化の具現化であるといえる。人々は、そこに生活し、個々に孤立することなく多様なイメージを心的空間として作り出しているといえる。つまり景観は、空間の物理的環境下にある形態的特徴を人間及びその集合体が、日常生活を営むプロセスにおいて、空間相互に対する様々なイメージから創り出す心的空間（認知領域）であると考えられる。この自然と人工物からなる地域環境（形態的特長）と人の認知の関係性を解明する事は、都市・地域計画において重要である。

自然形状と人工物からなる複雑な形態について定量的に分析する手法としてフラクタル次元\*1が挙げられる。複雑系理論は多系統におよぶ微細な差異と総体との関係性、物理的縮尺を持たないパターンの特徴を扱う科学として、様々な分野に影響を与えている。なかでもフラクタル次元を用いた分析手法は、一見不規則な事象や形状の複雑さを定量的に示す事が可能であり、近年では建築・都市計画分野の研究にも応用されつつある。

本研究では、既往研究の認知学の分析をもとに、地域環境における住民の意識の総体である認知領域の広がり（認知的特性）と、地理的要因及び街区形状を要因とする物理的環境（形態的特長）である地形・街区構成の複雑性との関係性を、フラクタル理論を用いた解析によって見出すことを研究の目的としている。

本稿では特に、住民自らと自身を取り巻く地域環境の関連性において形成される景観認知の領域が広がる地域に着目し、部分と全体の関係性から形態の複雑性を定量化するフラクタル解析を用いて複雑な都市形態を分析する。そして、景観認知とフラクタル次元の連続性から都市形態と景観認知の関係性について考察するものである。

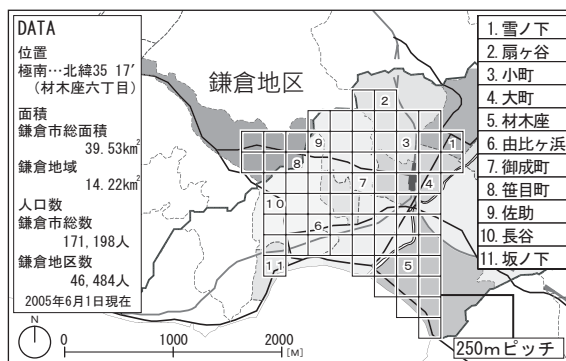


図1 調査地域

表1 被験者の概要

		有効回答数 103人							
	項目	人数	(%)	項目	人数	(%)	項目	人数	(%)
性別	男性	27	26.2	1年未満	3	2.9	漁業	0	0
	女性	76	73.9	10年未満	14	13.6	農業	0	0
年齢	20歳未満	0	0	10~19年	10	9.7	会社員	6	5.8
	20歳代	7	6.8	20~29年	20	19.4	公務員	0	0
	30歳代	14	13.6	30~39年	18	17.5	自由業	1	1.0
	40歳代	14	13.6	40~49年	13	12.6	自営業	19	18.4
	50歳代	20	19.4	50~59年	14	13.6	技能職	2	1.9
	60歳代	23	22.3	60~69年	2	1.9	主婦	53	51.5
	70歳代	20	19.4	70~80年	5	4.9	学生	1	1.0
	80歳代	3	2.9	未回答	2	1.9	無職	4	3.9
	未回答	2	1.9	合計	103	100	その他	12	11.7

## 2. 研究対象地域

神奈川県鎌倉市は三方を囲む山と海をつなぐ歴史的な都市軸である若宮大路を中心とした計画となっている。現在、都市化の影響により、まちの分断、生活環境の悪化、都市景観の破壊が顕著に表れている。そのため我々が日常、眼前にする景観の構成を把握することにより景観の計画・設計へ導くことは重要であると考えられる。

## 3. 調査概要

本研究は地域住民による環境認知を明らかにするため、被験者（表1）を中学生以上の居住者を対象（外来者を除く）とし、現地においてアンケート調査を実施した。

研究対象地域：神奈川県鎌倉市（図1）

調査地域：1. 雪ノ下 2. 扇ヶ谷 3. 小町 4. 大町 5. 材木座 6.

Study on Landscape Recognition that Uses Image Processing Technology  
 by Local Inhabitants in Kamakura

Nobutaka SHINTANI, Satoshi YAMADA, Tomohide ATSUMI and Hiroto OHUCHI

由比ヶ浜 7. 御成町 8. 笹目町 9. 佐助 10. 長谷 11. 坂ノ下  
 調査期間：平成15年4月30日～5月1日、8月25・28日

標本抽出と有効回答数：調査対象地域を250mメッシュで分割。各メッシュ当たり2戸を無作為に抽出した。通常のアンケート調査の方法は、調査員による質問と、それに対する被験者による回答が基本である。その中でも本研究におけるイメージ調査は、地域住民が認知しうる領域やその構成要素を心理的側面から把握するものであり、その方法として圏域図示法\*2を用いる。

調査員は、アンケート記入用紙と1/10000白地図を使用し、基本的にアンケート用紙は調査員が記入し、白地図は被験者に記入してもらった。その結果、総標本数112サンプル、有効回答数103サンプルが得られた。

以下の9項目が調査の内容とその方法である。これらは全てヒアリングによるアンケート調査である。

①属性調査 ②まち、水辺、山の認知領域調査 ③認知領域構成要素 ④ランドマーク調査 ⑤ディストリクト調査 ⑥日常ルート調査 ⑦利用交通手段調査

⑧物理的環境変化として住民の認知する変化した場合と鎌倉らしい景観の領域調査 ⑨物理的環境変化として住民の認知する変化した場合と鎌倉らしい景観の認知領域構成要素調査

調査内容のうち、認知領域図を作成する際の主要な調査は①～⑤、⑧⑨は景観認知分析のための調査であり、⑥⑦は補足的調査として行う。被験者の各認知領域、領域構成要素、形成理由、について分析し、それらを重ね合わせ認知領域図を作成する。そして、各認知領域の強度図、構成要素（点・線・面・時間変動）の認知度\*3を算出する。

#### 4. 変化した場合と鎌倉らしい景観の景観認知

認知領域図と既往研究において構築した可視化モデルを用いて景観イメージマップ\*4(図2)を作成し、地域住民の景観認知について考察する。

景観イメージマップは、可視化モデルより得た2値画像、認知領域図、「変化した場合（認知）」と「鎌倉らしい景観」の認知領域を重ね合わせ作成する。

可視化モデルの分析ポイントは若宮大路のうち、環境認知において「にぎわい」の認知度が高い「鎌倉駅周辺」「由比ヶ浜周辺」としている。

鎌倉においては、二箇所の各認知領域の重なりが「にぎわい」の領域と認知されており、地域住民の認知において重要であり、景観認知における基準点として有効と考えられる。

景観イメージマップより、本稿の主題である景観認知と環境認知の各認知領域・構成要素との関係性、また可視領域との関係性について分析する。

##### 4.1 変化した場合（認知）について

認知領域は海岸線と一体に広がり、若宮大路を中心に広がっている。まちと水辺の認知度が高い構成要素を中心に広がっており、これらはにぎわいの上位項目である。また、構成要素は市街地に多く分布しており、上位12項目中11項目が認知領域内に存在する。下位項目は不可視の領域かつ認知領域外にある(図2・表2参照)。

##### 4.2 鎌倉らしい景観について

認知領域は、海岸線と一体に広がり、鶴岡八幡宮をはじめとする若宮大路沿いに広がっている。まち、水辺、山の認知度が高い構成要素を中心に広がっている。

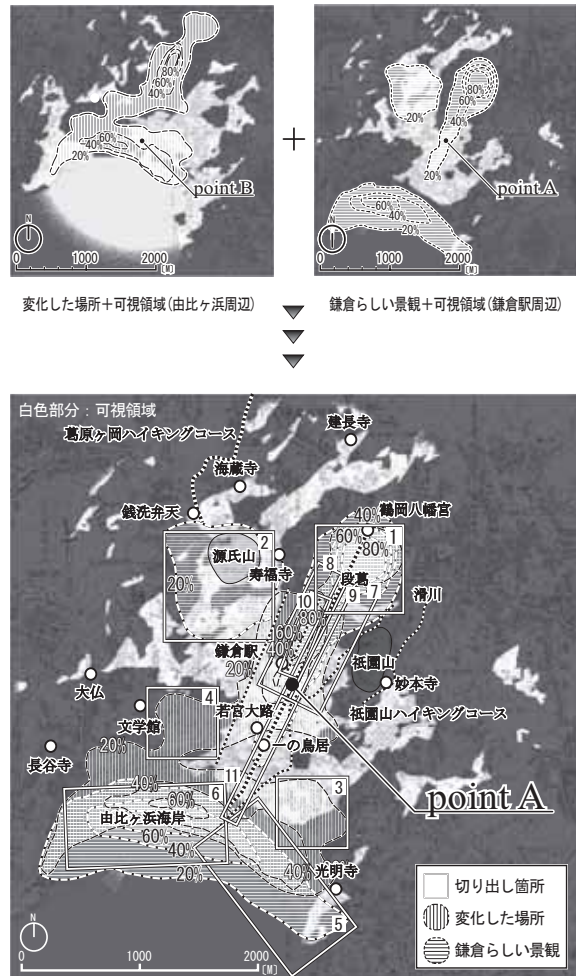


図2 景観イメージマップと分析対象ポイント

表2 フラクタル次元分析対象範囲

No	地点名	6	由比ヶ浜周辺
1	鶴岡八幡宮周辺	7	若宮大路北東側周辺
2	源氏山周辺	8	若宮大路北西側周辺
3	材木座三丁目周辺	9	若宮大路北側周辺
4	由比ヶ浜一丁目周辺	10	小町通
5	材木座周辺	11	若宮大路南側周辺

また、構成要素として強く認知される項目はどちらかの可視化モデルにおいて可視領域内である。そして構成要素を地図上にプロットすると、そのほとんどが可視領域内における不可視の領域の近接点となる領域範囲に分布している(図2・表2参照)。

#### 5. フラクタル次元を用いた形態分析

##### 5.1 分析対象範囲の選定

都市形態の分析として航空写真(1pixel=60cm)のフラクタル次元解析を行う。本稿では特に景観認知と都市形態との関係性について考察するため、景観イメージマップよりよって得られた「変化した場合(認知)」と「鎌倉らしい景観」の領域が広がる範囲について分析を行う。図2のように分析対象範囲を選定し、分析対象範囲を一辺(長辺)が1024pixelのグレースケール画像として作成し、2値化処理\*5を経てフラクタル次元解析を行う。

## 5.2 フラクタル次元解析 ボックスカウンティング法

数学の分野において、次元の定義は数多く存在する。その代表的なものとして、相似次元、測定次元、被覆次元、容量次元などが挙げられる。これらは全てB.Mandelbrotによるフラクタル次元と関係がある。被覆次元は相似次元と測定次元の関係により求められ、容量次元は測定次元と被覆次元を拡張させた考え方である<sup>2)</sup>。相似次元、測定次元、被覆次元は、明確な繰り返しによる相似形状に対して有効であり、海岸線などの実際の自然界に存在する不規則な形状に対しては、容量次元が有効である。

本稿で用いるボックスカウンティング法<sup>6)</sup>によるフラクタル次元解析は、解析対象画像の複雑性を容量次元として算出するものである。具体的には、フラクタル次元解析は2値画像に含まれる白色Pixelの数をカウントすることで行われ、1～2のフラクタル次元を示し、値が大きいほど、一般に複雑性が高いとされる。

## 5.3 フラクタル次元解析結果

2値化処理のしきい値の検討として1から255までのしきい値でフラクタル解析を行なう。しきい値は、各分析範囲におけるフラクタルの次元の傾向が明確であり、決定係数が既往研究において構築したフラクタル解析手法の範囲内であるものとする。

フラクタル解析を行なった結果、しきい値125でフラクタル次元1.8693から1.5549、決定係数0.9996から0.994009の値を得た(表3)。

## 5.4 フラクタル次元の連続性による分析 各ボックスサイズ間の分析

本稿ではフラクタル次元の傾向を考察するため、以下の考えに基づき、クラスター分析を用い分類する。

ボックスカウンティング法によるフラクタル次元解析で各ボックスサイズ間のフラクタル次元(フラクタル区間値)を測定し、その変化を分析する。図3は各分析対象範囲のフラクタル次元の変化を示している。

一辺のピクセル数が32～8pixelの区間においてフラクタル次元は連続性を失っていることがわかる。よってクラスター分析を行うにあたり、1024～32pixelの区間でのフラクタル次元を用いる。

### フラクタル次元の連続性による分類

フラクタル区間値の変化量(図4、表3)を求め、多次元データとし、対象範囲間のユークリッド距離をもとにクラスター分析(最遠隣法<sup>7)</sup>)を行った(樹形図を図5に示す)。その結果、フラクタル次元の連続性として4つの傾向を読み取ることができた。各TYPEごとのフラクタル次元の推移を図6に示す。

### まとめ

本研究では歴史的都市鎌倉における住民の景観認知について、認知領域図・景観イメージマップ・フラクタル解析を用いて以下のような成果を得た。

#### ■鎌倉らしい景観について

「鎌倉らしい」領域が広がる分析対象範囲1・6・2において詳細から広域においてフラクタル次元を連続的に減少させるという類似のフラクタル次元の連続性を確認する事が出来た。特に「鎌倉らしい景観」の認知が強い分析対象範囲1・6は山と海といった異なった環境にも関わらずフラクタル次元の連続性においては

表3 各地点のフラクタル次元とフラクタル区間値

地点	フラクタル次元	フラクタル区間値				
		1024-512	512-256	256-128	128-64	64-32
1	1.7188	1.8085	1.6897	1.5895	1.5916	1.7014
2	1.5549	1.6839	1.524	1.4171	1.4511	1.5537
3	1.6001	1.7071	1.5229	1.3283	1.2909	1.4855
4	1.7004	1.7777	1.6335	1.4982	1.4708	1.6964
5	1.8693	1.8172	1.7697	1.7788	1.8302	1.9487
6	1.7974	1.8173	1.7472	1.7205	1.7533	1.8168
7	1.7396	1.7206	1.5895	1.5861	1.7222	1.9498
8	1.7861	1.7294	1.63	1.6411	1.8247	1.9786
9	1.8169	1.8017	1.7434	1.7485	1.8781	1.9744
10	1.8068	1.8231	1.7289	1.6872	1.777	1.9381
11	1.7652	1.7714	1.6978	1.7176	1.7943	1.9061

しきい値: 125 2000年度航空写真

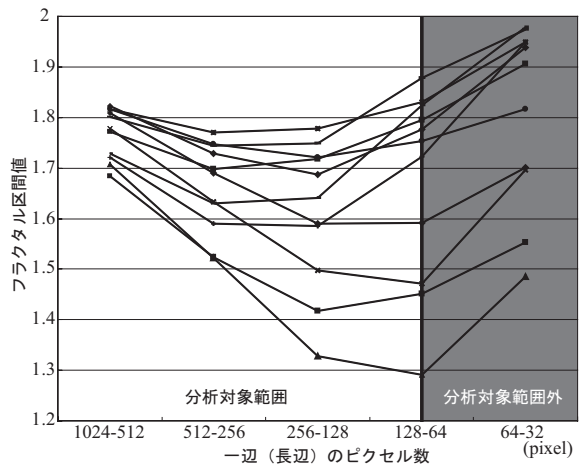


図3 フラクタル次元の変化

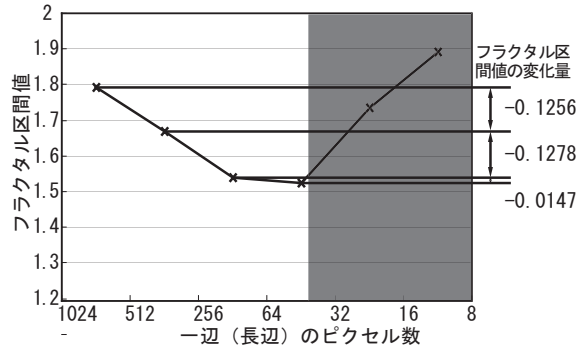


図4 フラクタル次元の変化量

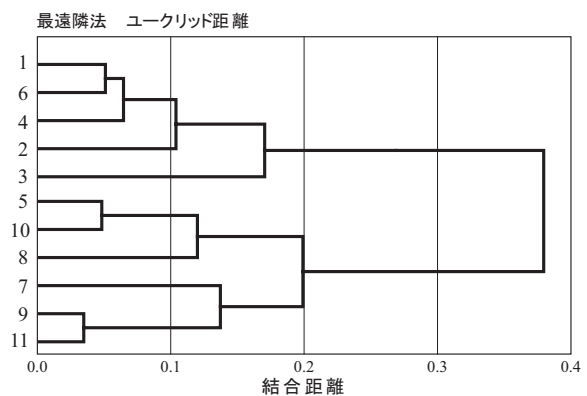


図5 クラスター分析の樹形図

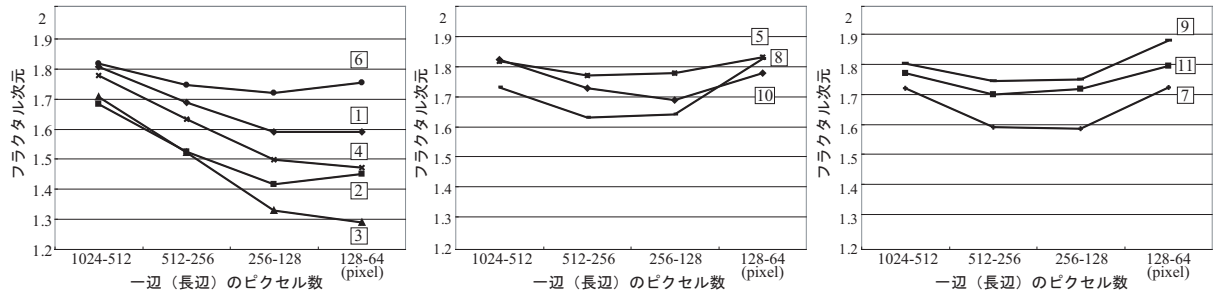


図6 TYPE毎のフラクタル次元の推移

類似の傾向を持つ事を把握した。

上記のような形態特性を持つ周辺環境に対し住民は、可視領域と不可視領域の近接点に位置する銭洗弁天・建長寺などの谷戸と建築物からなる空間を鎌倉らしい景観ととらえる傾向がある。可視領域の際(きわ)に位置する谷戸と、寺社に代表される歴史的建築物が複合化することで人々の認知に影響すると考えられる。

#### ■変化した場所(認知)について

構成要素は、若宮大路や鶴岡八幡宮などの上位項目が市街地に集中しており、認知領域内に全て存在する。長谷通りや江ノ島などの下位項目は不可視の領域かつ認知領域外に存在している。また、変化した場所(認知)の構成要素は上位12項目中9項目が市街地に分布している。鎌倉駅・小町通りなどの広がり、内観型の空間を中心に認知領域が広がる傾向があり、変化した景観(認知)の空間特性において大きな割合を占めている。

#### ■鎌倉らしい景観と変化した場所(認知)の関係性

(1)「鎌倉らしい景観」の認知と「変化した場所(認知)」の認知の関係性において「変化した場所(認知)」が強い範囲(分析対象範囲5・8・10)において類似のフラクタル次元の連続性を確認する事が出来た。

(2)「鎌倉らしい景観」の認知と「変化した場所(認知)」の認知の関係性において「鎌倉らしい景観」が強い範囲(分析対象範囲7・9・11)において類似のフラクタル次元の連続性を確認する事が出来た。

・(2)のような形態特徴を持つ範囲に広がる鎌倉らしい景観の認知領域が、(1)のような形態特徴を持つ範囲に広がる変化した場所(認知)を中心に広がる傾向にある。市街地の若宮大路や鶴岡八幡宮を中心に、鎌倉駅周辺と由比ヶ浜周辺に広がり、鎌倉らしい景観が変化した場所(認知)を内包するように重なり合っている。

・認知度の高い共通の構成要素を持つが、鎌倉らしい景観の認知領域は視認性に基づき、各環境認知領域内で(2)のような形態的特長を持つ範囲に分散的に認知され、変化した場所(認知)の認知領域はにぎわいを中心に日常生活の中で不可視領域内も含めて(1)のような形態的特長を持つ範囲において一体として認知される。以上より、フラクタル次元を用いる事で、海岸・市街地・山・中心街路といった異なった対象の都市形態を景観認知に基づいて類型化する事が出来た。

本稿では景観認知と都市形態の定量的評価であるフラクタル次元の相関性を明示する事が出来た。本稿の成果は都市・地域計画の新たな視点としての可能性を持つと考えられる。今後は認知特性との関係性の詳細な分析・時系列分析を行う予定である。

#### 補注

- \*1 フラクタル次元:自己相似性を定量化した数値であり、相似性をもとにした測度で、位相次元と異なり、非整数値をとることが特徴である。
- \*2 圏図図示法:この方法は、対象地域をよく認知している被験者を対象とした場合に有効であり、自己の住居の周辺地区などの、比較的限定された小地域の空間を対象とした研究に適している。認知の有無や広がりなどの量的な側面だけでなく、被験者の内部にある空間の切れ目を示してもらふことにより、間接的にその構造を探ろうとするものである。
- \*3 認知度:ある地区において、個人(サンプル)が認知する場所の和がその地区で回答数に占める割合。その場所において認知されやすさのレベルを示す値。  
[認知度 = (認知項目数/回答者数) × 100]
- \*4 景観イメージマップ:鎌倉の地域住民に対し「鎌倉らしい景観」と物理的環境変化として住民の認知する「変化した場所」について圏図図示法によるアンケートを行い、さらに範囲付け理由項目を集計、可視領域を重ね作成したものである。
- \*5 2値化処理:濃淡画像、カラー画像などの多値画像から2値画像を得るための処理を2値化処理と呼ぶ。具体的には、濃淡画像 $f(x, y)$ 、しきい値 $t$ に関して、
$$ft(x, y) = \begin{cases} 1 & f(x, y) \geq t \text{ のとき} \\ 0 & f(x, y) < t \text{ のとき} \end{cases}$$
とする操作である。
- \*6 ボックスカウンティング法:容量次元としてフラクタル次元を算出する方法である。容量次元の他に代表的なものとして、相対次元、測定次元、被覆次元などがある。
- \*7 最速降法:最近降法とは逆に、2つのクラスターの中のそれぞれの中から1個ずつ個体を選んで個体間の距離を求め、それらの中で、最も遠い個体間の距離をこの2つのクラスター間の距離とする方法である。本稿では、広く応用されている最近降法、最速降法、重心法、ワード法などを試みた結果、最も分かり易く分類された最速降法を適用した。

#### 参考文献

- 1) P. THIEL (1961): Notes on the Description, Scaling, Notation and Scoring of Some Perceptual and Cognitive Attributes of the Physical Environment A sequence experientie Notation.
- 2) Carl Bovil: FRACTAL GEOMETRY in Architecture and Design Birkhauser Boston, 1996、三井直樹他共訳: 建築とデザインのフラクタル幾何学、鹿島出版会、1997

#### 既往研究

- 3) 木村敏浩, 黒岩考, 坂口浩, 松原三人, 大内宏友(2003): 3次元都市空間における街区のフラクタル性と環境認知との関係性について—江東区木場の連続した街区における分析・考察, 環境情報科学論文集17, pp. 83-88.
- 4) 黒岩考, 佐藤敬太郎, 大内宏友, 松原三人(2005): 航空写真のフラクタル解析による市街地の形態分類および変化領域の抽出, 環境情報科学論文集19, pp. 71-76.
- 5) M. Kent (1986) Visibility Analysis of Mining and Waste Tipping Sites, Landscape and Urban Planning, 13, pp. 101-110.
- 6) 根来宏典, 柏原創, 蝶名林秀明, 山田悟史, 大内宏友(2004): 3次元陰影画像を用いた景観認知による可視化モデルの構築, 日本建築学会技術報告第20号, pp. 359-362.
- 7) 根来宏典・大内宏友(2005): 地域住民の景観認知における可視領域とその構成について, 総合論文誌, 第4部, pp. 102-107.
- 8) 蝶名林秀明, 根来宏典, 大内宏友(2005): フラクタル次元解析を用いた景観認知による可視化モデルの複雑性の定量化手法, 日本建築学会技術報告集第22号, pp. 594-552.
- 9) 山田悟史・坂口浩一・渥美智英・松原三人・大内宏友(2005): 歴史的都市の鎌倉における地域住民による景観認知に関する研究—3D画像の可視化モデルを用いた鎌倉らしい景観について—, 環境情報科学論文集19, pp. 205-210.
- 10) 山田悟史, 坂口浩一, 渥美智英, 松原三人, 大内宏友(2006): 歴史的都市の鎌倉における物理的環境変化に対する地域住民の景観認知について, 環境情報科学論文集, 第20号, pp. 277-282
- 11) 山田悟史, 大内宏友(2007), 3次元陰影画像を用いた可視領域のフラクタル性と環境認知との関係性について—地域の認知特性におけるイメージの組成とその内部構造—, 第77回(2006): 研究報告集II, pp. 137-140 日本建築学会関東支部, 2007. 3
- 12) 山田悟史, 大内宏友, 大内節子, 新谷伸高, 鈴木紀之, 田尾若菜(2007): STUDY ON CHANGES IN ANCIENT CITY AGORAS USING FRACTAL ANALYSIS—Using Image Analysis to Describe the Formation of Agora in 300 B.C., 150 B.C., and 100 A.D.—, Presented at SH07(Studies on Historical Heritage) Symposium, Antalya, Turkey