

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 28 日現在

機関番号：23703  
 研究種目：基盤 C  
 研究期間：H2 1～H2 3  
 課題番号：21520148  
 研究課題名（和文）幾何学的形態測定学手法を用いた、洛中洛外図解析とその系統化の研究  
 研究課題名（英文）Research on the analysis and formulation of “Raku-chu Raku-gai Zu”  
 using a Geometrical morphometric technique  
 研究代表者  
 関口 敦仁（SEKIGUCHI ATSUSHITO）  
 情報科学芸術大学院大学・メディア表現研究科・教授  
 研究者番号：10336646

研究成果の概要（和文）：洛中洛外図の景観構成を“かたち”として捉え、生物の進化などを系統化する幾何学的形態測定学手法を用いて、現存する作品情報に適用し、作品の定量的分類と、作品群の系統化を図った。京都の地理と描かれたランドマークの関係を示す景観構成模式図データベースの作成、幾何学的形態測定学手法の薄板スプライン（TPS）分析法による作品間変化の視覚化、地理と洛中洛外図の対応関係を直感的に比較表示するソフトウェア「MARB」の開発とそれによる視覚的コンテンツ提示をおこなった。研究公開ウェブにおいて、景観構成模式図データベースの公開やソフトウェアの配布、解析画像やクラスター解析図などを示して、研究者が新たな視点から洛中洛外図の系統化の検証を行える事も可能とした。

研究成果の概要（英文）：As scenes construction of “Raku-chu Raku-gai Zu” is the forms, I researched formulation and numerical zooming of works using with Geometrical morphometric technic as formulating organic evolutions.

They are Making the DB of scene construction models, visualization of inter works changes by TPS(thin plate spline)analyzing method of geometrical morphology technic and development of “MARB” as directly visualization software of relationship for Kyoto geography and “Raku-chu Raku-gai Zu”. In open web site of researching, by presentation of scene construction models DB, downloading of software, showing analyzed image and cluster analyzing image etc., it is possible for other researchers to analyze formulation of “Raku\_chu Raku\_gai Zu” by new direction.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2010 年度	700,000	210,000	910,000
2011 年度	1,500,000	450,000	1,950,000
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：芸術学

科研費の分科・細目：芸術諸学

キーワード：洛中洛外図、幾何学的形態測定学、芸術解析、系統化、近世絵画史、景観構成模式図

## 1. 研究開始当初の背景

### (1)、洛中洛外図の研究について

洛中洛外図は中世近世都市の中心として栄えた、京都を描いた都市図として貴重な絵画的史料として、かつ、芸術的にも質の高い美術品である。国内では京都国立博物館「洛中洛外図」展（1965）、「都の形象」展（1996）での展示によって、広くその存在と歴史的、美術的価値は確立された。これまで洛中洛外図を貴重な研究資料として、美術史的視点や建築史、都市史学、文学的視点などから研究のアプローチがなされた。建築史の研究として内藤昌は景観構成法と近世都市図との対比において、絵画、建築、地理の統合的分析手法として特出すべき研究をおこなった。

### (2)、幾何学的形態測定学について

幾何学的形態測定学は形態データから幾何学的情報を抽出し、特定パターンを統計的に解析する理論体系を持つ。形態測定学は、情報技術の発展によって、生物学のみならず医学、考古学、製造科学などに利用可能な分析ツールを提供している。三中信宏は生物統計学（2003）をはじめ、啓蒙的に活動しこれらの手法について多分野への利用の有効性について論じている。この幾何学的形態測定学の手法は同一の対象を持つ形態に有効な手法であり、人工物の感性的解析や芸術解析の新しい方向性を示す道具としても有用である。

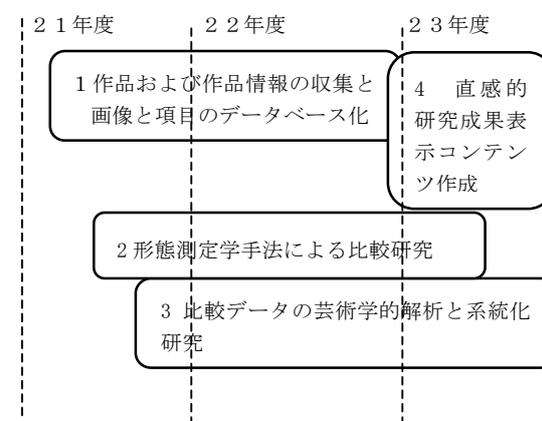
## 2. 研究の目的

近世美術史における重要な絵画史料でもある洛中洛外図作品群の景観構成を“かたち”として捉え、幾何学的形態測定学手法の有用性を検証し、芸術作品への適用可能性を研究、提案する。またそれらの解析結果から、中世から近世後期までの作品群の系統化について、統計的手法を用いて、視覚的に関係性を明らかにする。そして、本研究で作成されたデータやそれらを利用した直感的表示ツールの配布をおこなう。以上を本研究の目的とする。

## 3. 研究の方法

研究の進め方として、4つの主な研究科目を設け、それぞれに成果を出せるようにすすめた。研究の主な流れとして、作品データの整理から作品の解析と系統化をおこない、それらを直感的に比較できるような視覚的資料の作成を計画した。

図1 研究計画スケジュール図



### (1)、作品及び作品情報の収集、画像、項目のデータベース化

はじめにこれまで展示や出版により発表された作品情報の収集により、これらの作品情報によるデータベースの作成をおこなった。それによって、作品内でのランドマークをベースとする定量化の準備と、研究者によるこれまでの分類と比較できる項目を設置した。

図2 洛中洛外図データベース画面

洛中洛外図データベース2012

図録番号 10336646 平成21~23年度科学研究費補助金 基礎研究 (C)  
『幾何学的形態測定学手法を用いた、洛中洛外図群とその系統化の研究』

番号	6	サイズ	縦 138.0 横 342.8	名称	洛中洛外図	図録	前田本、初田本
資料名	洛中洛外図群		サイズ	本	図録範囲内編		
所蔵者	国立歴史民俗博物館		頁数	六巻一頁	内蔵原本名 洛中洛外図		
図版	図版96		制作年代	1476-1559 江戸			
複製全体	大永5年1525-天文5年1536		複製年代	大永5(1525)年			
複製位置			複製年代	大永5年1525-天文5年1536			
複製対象							

高麗図				ファイル名	
石室図				目	凡は右置しは左置を示す。洛中洛外図/乙本、上杉本、奥付本 についてはは地理的位置に合わせて、薄板スプライン 図録範囲は各巻の巻頭部以前の位置を示す。

旧藤原寺	聖徳寺	比叡山	ファイル名
金輪寺	大徳寺	相国寺	目
慶山	北野社	内裏	凡は右置しは左置を示す。洛中洛外図/乙本、上杉本、奥付本 についてはは地理的位置に合わせて、薄板スプライン 図録範囲は各巻の巻頭部以前の位置を示す。
嵯峨野宮	北野神社	三島橋	
天徳寺	妙心寺	醍醐寺	八坂寺
法観寺	所引代	四條橋	清水寺
松尾社	二条城	大徳寺	芳広寺
	西木願寺	河原宮	三十三間堂
	王生寺	五條橋	豊国社
	東寺	御影堂	伏見城

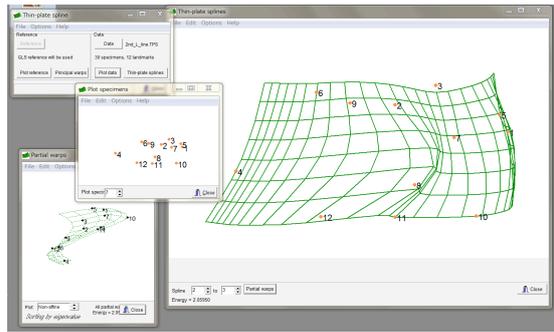
© Copyright Atsuhito Sekiguchi 2012

### (2) 形態測定学手法による比較研究

作品画像上でランドマークを編集した洛中洛外図から、描かれたランドマークが共通する作品をそれぞれまとめ、薄板スプライン (TPS) 分析法ソフトウェアでのランドマークの形成・編集作業によって、各作品の TPS

データを作成した。これらのデータを元に、生物の形態進化の分析に利用されてきた幾何学的形態測定学が提唱する TPS 分析法による作品間の屈曲エネルギーのベクトル表示や変形格子図表示などによって、視覚的な形態変化による直感的に比較可能な状態を提示する。ランドマークと地理的位置、作品間でのランドマークの位置からそれぞれの屈曲エネルギー値などのパラメータを抽出する。

図3 TPSソフトウェア “TPS-SPLINE” でのdeform grid



### (3)、比較データの芸術学的解析と系統化研究

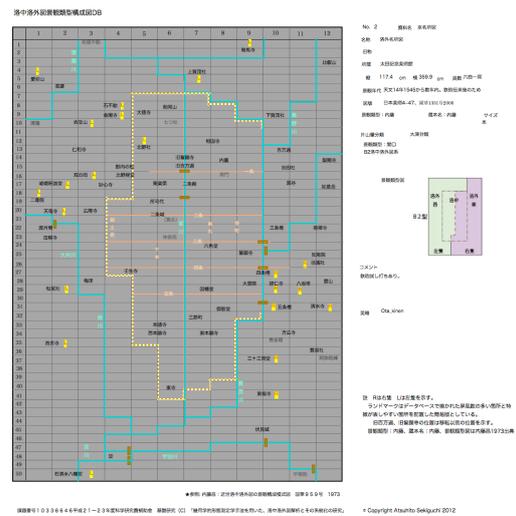
TPS 分析によって得られたデータをクラスター解析によって統計的に、作品群の分類をおこない、系統図をプロットする。ここから得られた分類をこれまでの研究者による美術史的分類との整合性を検証し、本研究の解析と系統化の有用性を図る。

(4)、直感的研究成果表示コンテンツ作成  
 京都の地理と洛中洛外図の対応関係を直感的に比較表示するソフトウェア「MARB」 “Morphological Analyzer for Raku\_chu Raku\_gai Zu Byobu” を作成し TPS データから洛中洛外図画像データを視覚的に変形し、比較をおこなう。  
 これらの研究の進行と共に成果公開ウェブを制作し、景観構成模式図データベースの公開と配布、解析画像やクラスター解析図などを示す。

## 4. 研究成果

(1) 洛中洛外図のデータベースを作成し、またランドマークをベースとする定量化の準備と、研究者によるこれまでの分類と比較できる項目を設置した。これらのデータの内、描かれたランドマークのデータベース化をおこない、連動して表示する景観構成模式図データベースを作成した。これに伴い、景観類型による作品群の分類の比較をおこなうことが可能となった。

図4 洛中洛外図景観構成図 DB のインターフェイス画面



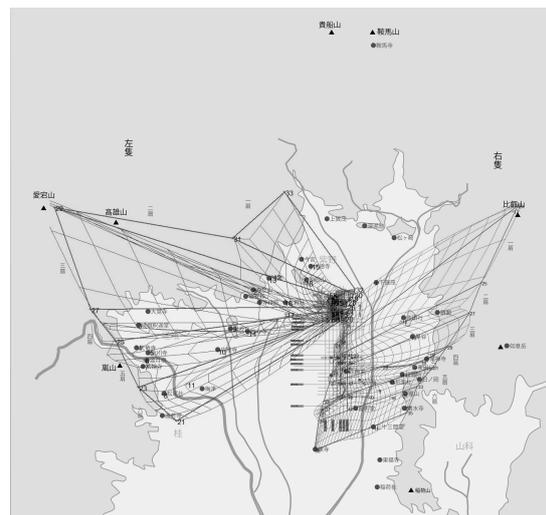
### (2) 形態測定学手法の TPS 解析による比較研究を様々なパターンでおこなった。

#### ① 地理的位置情報との比較

描かれたモチーフとしてランドマークの配置を検証。  
 位置情報を基本情報として、各ランドマークとの関係を解析。

室町末期洛中洛外図の歴博甲本、東博模本、上杉本、歴博乙本の第一定型の共通ランドマークは67点。そのうち左隻25点、右隻30点を比較しそれぞれポイントの屈曲エネルギーから作品特徴を照合した。

図5 洛中洛外図歴博乙本の空間構成図



第二定型の作品群約 50 作品の画像を検証し、それぞれの共通ランドマーク左隻7、12、15点、右隻7、15、19点のそれぞれ三形式で比較した。各歪曲エネルギー値、距離を算出。

② consensus による比較 第二定型のみ  
 画面四隅中央上下にもランドマークを配置

し、画面内でのランドマークの位置を検証し構図として比較を行う。照合した全作品の consensus を計算しそれを元に比較する。

外郭の6点以外は共通ランドマーク左隻7、12、15点、右隻7、12、15点のそれぞれ三形式で比較。各歪曲エネルギー値、距離を算出。  
③consensusによる比較 全作品対象  
多くの作品が対象となるようにランドマークを少なくして解析をおこない、各歪曲エネルギー値、距離を算出した。  
約90点の対象作品のうち、60作品程度でのみ共通ランドマークが得られた。

図6 共通ランドマーク数作品対応表

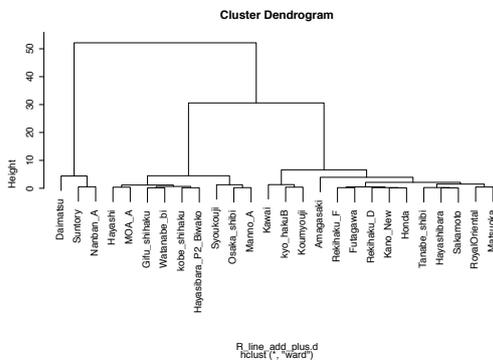
consensus による比較 全作品対象				
ファイル名	左隻		右隻	
	L4	L7	R6	R8
共通 Landmark	4	7	6	8
作品数	57	35	57	30

(3) 算出したデータをクラスター解析によって洛中洛外図の系統化を示した。

①第二定型左隻共通ランドマーク 15 点を持つ作品群の解析を例に成果を示す。

歪曲エネルギーと距離データにより樹形図(デンドログラム)をウォード法で作成する。(図7)

図7 第二定型左隻共通LM15 樹形図(デンドログラム)



分類の傾向からクラスター数(k=n)を指定した表示をおこなう。(図8)

クラスターと個体との関係を確認し、共通ランドマークの特徴を把握する。

②クラスター数指定を段階的に変更し、クラスター分布の推移表を作成し(図9)過去の分類に適合したクラスターに含まれる作品群を特定する。このケースの場合は k=2<5 において同クラスターの5作品

(Sakamoto, Rekihaku\_D, Tanabe\_shibi, Matsuoka, Daido)のうち、片岡肇(1997)は Sakamoto, Rekihaku\_D, Tanabe\_shibi, Matsuoka, の4作品について同類型と結論付け、大塚泉(2004)は Sakamoto, Rekihaku\_D を同類型

とした。

これらのことから、クラスター分析による景観類型の検証は、専門的判断を含めた総合的判断の一つとして、有用である。

図8 クラスター分類図 K=4

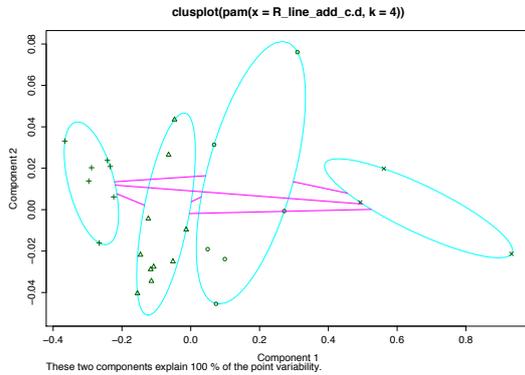


図9 第二定型左隻共通LM15 クラスター推移表

cutree(L_line_add_w.hc,k=n)	k=2	k=3	k=4	k=5	k=6
Hayashibara	1	1	1	1	1
MOA_A	1	1	1	1	1
Futagawa	1	1	1	1	1
Tokugawa_bi	1	1	1	1	1
Hayashi	1	1	2	2	2
Osaka_shibi	1	1	2	2	2
RoyalOriental	1	1	2	2	2
Manno_A	1	1	2	2	2
kobe_shihaku	1	1	2	2	2
Suntory	1	1	2	2	2
Syokouji	1	1	2	2	2
Koumyouji	1	1	2	2	2
Miyako_no26	1	1	2	2	2
Rekihaku_C	1	1	2	2	2
Manno_B	1	1	2	2	2
Enmeiji	1	3	4	4	5
Sakai_shihaku	1	3	4	5	6
Kawai	1	3	4	5	6
Shimane_kenbi	1	3	4	5	6
kyo_hakuA	1	3	4	5	6
Daimatsu	1	3	4	5	6
Sakamoto	2	2	3	3	3
Rekihaku_D	2	2	3	3	3
Tanabe_shibi	2	2	3	3	3
Matsuoka	2	2	3	3	4
Daidou	2	2	3	3	4

③これらの樹形図で作品の変形格子図(Deform Grid 図12)などを系統的に配置し、視覚的、直感的な比較を可能とした。(図13)

(4) 直感的洛中洛外図比較表示ソフトウェア「MARB」の配布をおこなう。

洛中洛外図検証画像を用いて「MARB」で視覚的に比較可能なかたちへの変形が可能である。(図10、11)

図10 "MARB"での実行例1

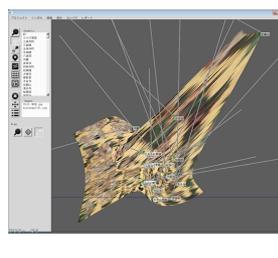


図11 "MARB"での実行例2

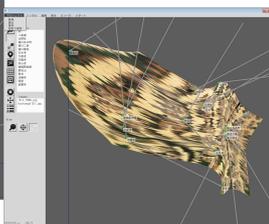


図 1 2 Deform Grid 図 歴博甲本-Rekihaku\_kou

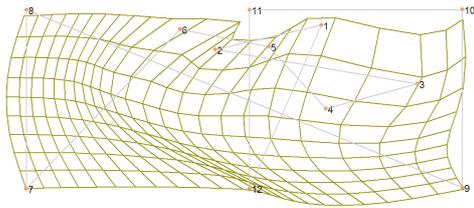
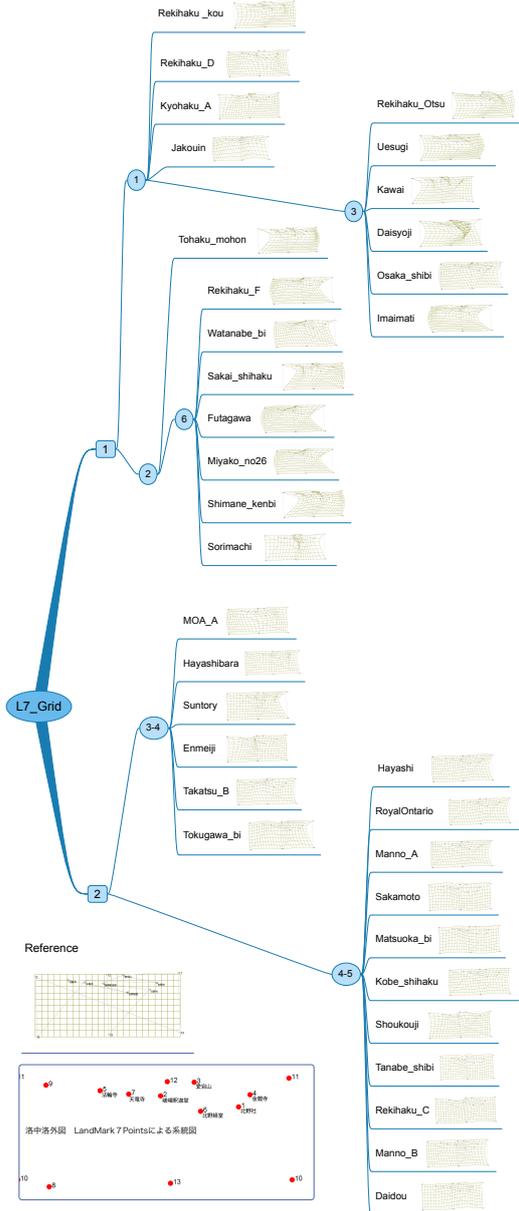


図 1 3 consensus による比較を系統化 左隻共通 LM 7 変形格子樹形図



(5)、今後の展望

本研究では形態測定学が提唱する TPS 分析法による屈曲エネルギー解析などによって、視覚的な形態変化による直感的な比較が可能なる状態を生成し、この比較法から景観構成の

分析に有用なパラメータを抽出し、これまで史学的視座からなされた景観比較をより直感的で且つ視覚的な比較と同時に定量化された形態比較データの分析と連動しておこなうことができた。洛中洛外図で描かれたランドマークから形を抽出し、幾何学的形態測定学手法によって解析、系統化を図る研究は、有用である事は間違いない。しかしながら、美術史学での専門家の認知能力による分析が優秀で確実である事は確かである。多くの作品を目にする機会を持つ研究者のみならず、芸術作品解析を定量的に行う可能性が広がれば、より客観的な分析に貢献できるであろう。今回の研究アプローチは画期的であるが、美術史的にはまだ、多くの視座が存在し、それらについても定量化し、総合的な観点から、解析をおこない、時代経過も含めた系統化を行っていく必要があるだろう。

なお、本研究の成果の多くは画像などのデータ化した資料が多いため、それらのほとんどは本研究ホームページ

「洛中洛外図とその系統化の研究」  
<http://www.iamas.ac.jp/kaken/raku/>  
 に掲載した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① 関口敦仁、幾何学的比較形態学手法を用いた洛中洛外図の比較-室町末期の洛中洛外図-、査読無し、情報科学芸術大学院大学紀要第三巻、2011、pp47-pp52,

[学会発表] (計 0 件)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

<http://www.iamas.ac.jp/kaken/raku/>  
 洛中洛外図とその系統化の研究

6. 研究組織

(1) 研究代表者

情報科学芸術大学院大学、  
 メディア表現研究科、教授

関口 敦仁 (SEKIGUCHI ATSUHITO)

研究者番号 : 10336646