

鳥瞰図・絵図における記号特性と 制作過程のVR数理アルゴリズム

Symbol Characteristics of Bird's Eye Panorama and Pictorial Map, and VR Mathematical Algorithm of Production Processes

宮崎保光

Yasumitsu Miyazaki

あらまし

人間の社会文化活動に関連し、生活行動、経済行動に深く関連した地理情報として、絵図は、行動を支援する空間的データである。また、美的認識の面からも芸術的要素を有している。絵図が比較的広範囲の地理データを表現しているに対して、鳥瞰図は、写実的景観を重視した、近距離の空間表現である。両者とも、観光的目的を伴った地理データの表現であり、芸術的側面を有している。絵図は、地図の技法が発達するに従い、地理データとしての機能の役割から、美的表現、直観的認識の特徴を重視する方向に変化してきている。一方、鳥瞰図は、航空写真の技術を応用する制作が著しく発達し、詳細な写実描写が行われてきている。

絵図は、地図技法の発達以前においては、重要な地理情報のデータであり、また、地図技法、CAD (Computer Aided Design) およびGIS (Geographic Information System) などの情報処理技術が展開された今日においても、単なる地理情報データとしての機能のみならず、美的観点、直観的理解度の面からも有益さは高い。鳥瞰図は、絵画的要素が高く、地理情報のデータおよび芸術的鑑賞品の両面の特徴があり、貴重である。

ここでは、鳥瞰図、絵図の特徴を分析するために、まずはじめに歴史的発展過程を述べ、それらの機能性について論じる。日本、中国、韓国、東南アジアおよびヨーロッパ、アメリカについて実例を示すことにより検討する。また、絵図から地図の技法に展開してきた過程において、地理情報としての空間位置に存在する対象物、自然環境、人工物についての描写に関する記号化について論じる。さらに、平行投影 (parallel projection) および透視投影 (perspective projection) と絵図、鳥瞰図の作図法の数理関係および、コンピュータを用いた作図法の数理アルゴリズム (Mathematical Algorithm) について示す。また、仮想空間 (Virtual Reality) としてのマッピング (Mapping) について、基本的特性について論じる。

Abstract

Pictorial map is spatial data assisting human behaviour, as geographical information deeply concerned with life action and economical action, connecting with human social and cultural behaviour. Pictorial map has also artistic characteristics with aesthetic conception. Pictorial maps include geographical data of relatively large area, and bird's eye panoramas contain spatial presentation of short distance area for realistic landscapes. Both presentations have geographical data and artistic characteristics, containing sight-seeing properties. Following development of map techniques, pictorial map is changing functional service from geographical role to aesthetic role with intuitional perception, on the other hand, bird's eye panoramas are often produced, as realistic presentation by aerophotograph techniques.

Pictorial maps were important geographical datas, before map technical methods were developed, and even now, pictorial maps are useful geographical presentations with aesthetic and intuitional conception, after map technical methods and information technology of CAD and GIS have been well studied. Bird's eye panoramas have highly pictorial and graphic properties and broad characteristics of geographical information and artistic appreciation.

In this paper, for analysis of bird's eye panoramas and pictorial maps, firstly, historical process and function of their graphics are described. Some examples of graphics in Japan, China, Korea, Southeast Asia, Europe and America are discussed. Secondly, with study of pictorial map and technical methods, geographical symbols of functional information at spatial positions for natural environment and, artificial objects and buildings are explained. Further, projection techniques of paral-

lel projection and perspective projection for pictorial maps and bird's eye panoramas are discussed, and mathematical algorithm using computer are shown for production of such graphics and maps. Mapping method for virtual reality space are discussed on fundamental characteristics.

1. まえがき

地理情報であると同時に、美意識に基いた作図である鳥瞰図および絵図は、コンピュータのハード、ソフト技術とともに、伝統的な特徴を保持しつつも、数理技法、画像応用ソフトの進展により、新しい形態に発展しつつある。また、作図中に用いられるオブジェクト造形、関連の記号についても適切に用いられることが可能になりつつある。作図手法の歴史的発展を分析し、伝統的制作過程を総合的に解析し、日本、中国、アジア、ヨーロッパの文化史的相互比較も重要と思われる。15世紀に発達した航海技術とともに論じられた各種の地図の図法は、測量技術の技術革新によって急速に展開されてきている。今日、コンピュータの発達により、衛星写真、航空写真を用いた各種の新しいタイプの地図、グラフィック（graphics）が提案されてきているが、地理情報の機能性と美的感性の両面が重視されることは、現代の絵図、鳥瞰図においも要求されている基本要素である。現代のPCコンピュータの性能は、情報容量の多い画像についても処理可能となっている。¹⁻³⁾ コンピュータ支援作図法であるCGおよび3次元物理空間に関するVRの地理情報と感性情報について、基本的数理特性を論じ、2次元平面表示であるグラフィック作成の座標空間に関する数理アルゴリズムを示す。

情報コンテンツには、テキストデータとしての文章、

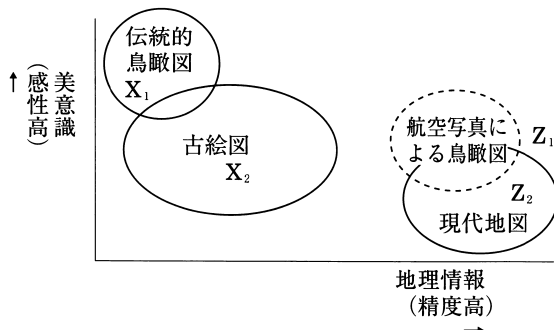


図1 絵図、鳥瞰図の特徴

数値データ、2次元、3次元空間としての空間画像データが静的タイプのデータとして存在する。また、時間的変化として、1次元タイプとして音のデータ、さらに、2次元、3次元空間のアニメーション、動画が3次元、4次元データが動的タイプのデータとして存在する。ここでは、3次元物理空間情報を2次元グラフィックスに写像する課題として、絵図、鳥瞰図を述べる。

2. 絵図、鳥瞰図の機能

絵図、鳥瞰図の機能としての地理情報、美意識の要素について、特徴を分類した場合、図1に示す特長がみられる。伝統的鳥瞰図、絵図は、地理情報および景観の写生によって、絵師による作図が殆んどと思われる。ここには、芸術要素を主たる目的として描かれているが、当時の地理情報の不完全さにより、地理情報としての精度は低い。現代においては、測量技術、航空写真、コンピュータ情報処理の高度化により、地理情報としての精度は極めて高い。しかしながら、芸術的表現をも重視した作図、作品例は、まだ少ない。今後、コンピュータ画像処理技術、数理アルゴリズムを併用した芸術表現が期待される。

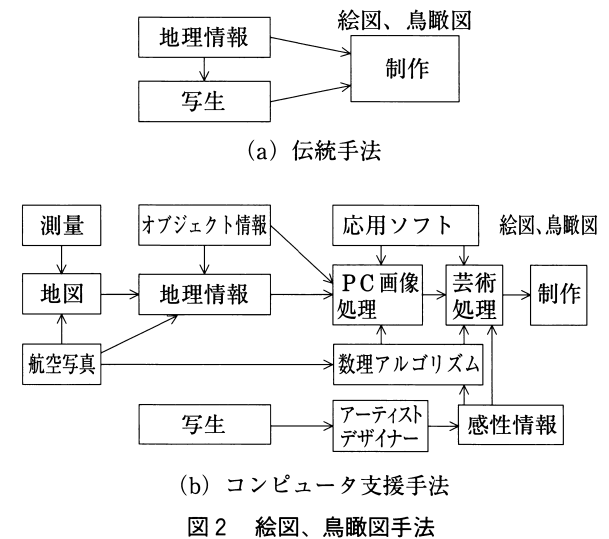


図2 絵図、鳥瞰図手法

図2は、古くから用いられている絵師による絵図、鳥瞰図の制作手法および現代のコンピュータ支援によるアーティスト、デザイナーによる制作手法を示したフロー図である。とくに、コンピュータを用いた制作手法では、地理情報と感性情報を、数理アルゴリズムと組合

せるプロセスによって有効に活用する必要がある。とくに、全体としての空間位置情報のイメージと局所的なローカルなオブジェクト情報のイメージを、図3のように組合せて、制作する手法が有効である。

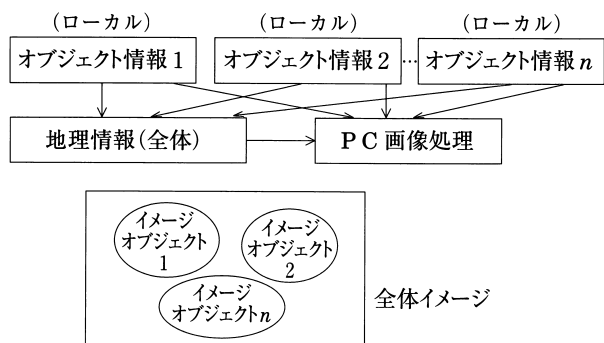


図3 全体イメージとオブジェクトイメージ

古絵図は、紀元前2～3世紀のものが中国などにも残されており、地図は、地球レベルにおいて、1569年メルカトル (G. Mercator) によって正角円筒法が示されている。日本では、行基によって、738年頃に行基式日本図が作成され、伊能忠敬によって、測量に基いた大日本沿海実測図が1800年～1821年に作成された。地図としての絵図は平行投影したものを、作図として縮小した作図である。

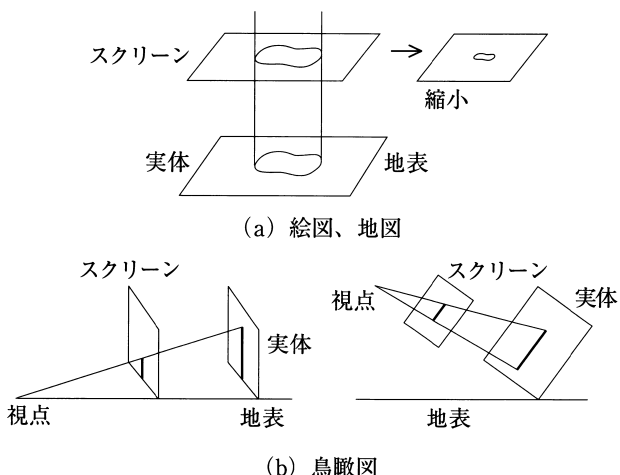


図4 絵図、鳥瞰図と投影

図4に示すように、鳥瞰図では、透視投影において、視点が実体の対象物と同じ地表上に位置する場合には、地理の位置情報は、高低のみとなり、遠景の写生図となる。視点が上空にある場合には、位置情報は保持され、絵図の機能に近づく。鳥瞰図は、16世紀には、ヨー

ロッパでは多く都市鳥瞰図が作成され、日本でも13世紀には、出雲大社の鳥瞰図が描写されている。現代では、航空写真を用いて、ボルマン (H. Bollmann)、石原正によって、都市の鳥瞰図が作図されている。さらに、地図としてはGISの作図がコンピュータによって示されている。

3. 古絵図と鳥瞰図の展開

土地の地理情報としては、社会の管理手段として重要であるとともに、経済活動、生活に関して、絵図は古代から用いられてきている。さらに、軍事目的としても、各種の地理情報が、日本、アジア、ヨーロッパにおいて作成されてきている。

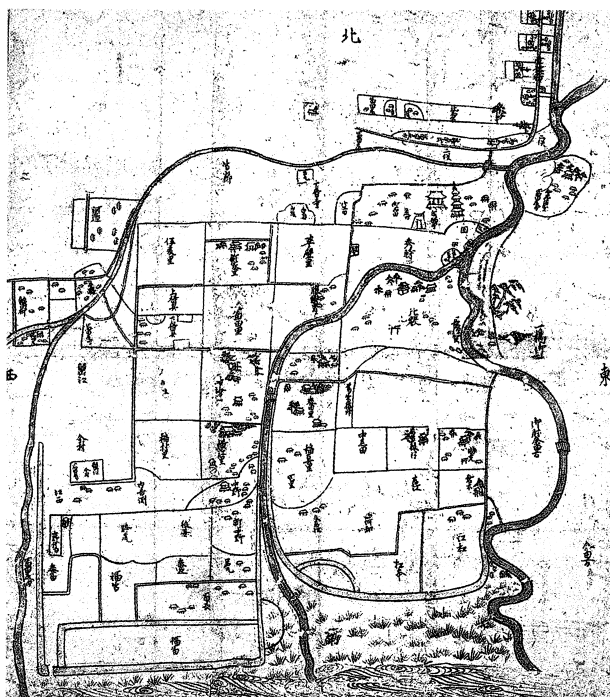


図5 富田荘絵図

古絵図の日本の例として、名古屋の近隣地区に関して中世の荘園の絵図である「富田荘絵図」(鎌倉円覚寺、鎌倉国宝館)が存在する^{4, 10)}。東西南北の地理情報が、川の位置とともに示され、家屋、畑の絵が書き込まれ、神社の鳥居の記号が示されている。図6は、1572年作成の「江戸辺之図」(東京都立中央図書館東京誌料文庫)⁵⁾である。海、川、山の自然および森、寺が絵によって示されている。川と池の位置が具体的に描かれており、山

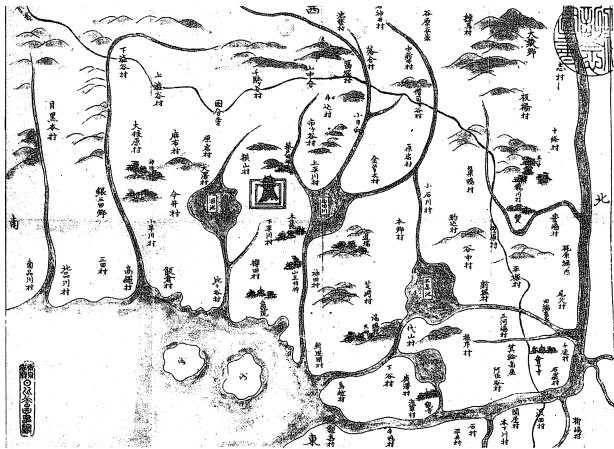


図6 元龜天正年中江戸辺之図

の形状は、殆んど概括的表現が用いられて、山の高さは不明確である。また、山は南方より遠望した表示である。また、城の堀は、上方より透視した表現である。

地名を記入し、石高を伴記した各藩の地理上の位置とおもな街道と宿場名を示した大日本行程大絵図が天保14年（1844年）に制作されている。図7のように、関

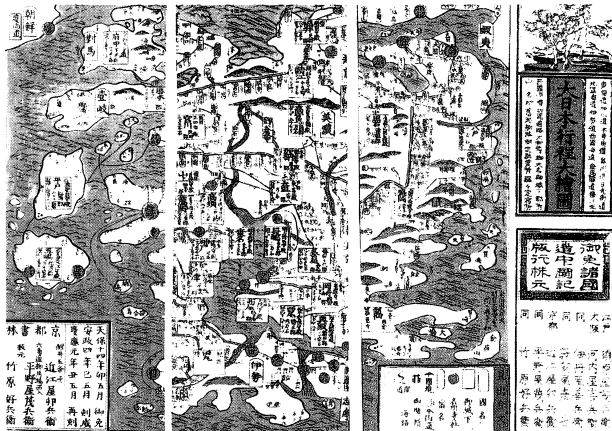


図7 大日本行程大絵図

所についても絵記号が記述されている。また、地理上の方位、方向についての説明が述べられた「大日本方角指掌全図」が付記されている。図8に示すように、東西の地理方角が絵図に示されおり、国境と代表的な山が記述されている。

江戸期の代表的日本地図は、図9に示す「大日本沿海輿地全図」（東京国立博物館）であり、地名、方角、距離が精度よく示されており、山、川などの自然環境が南方に視点を持った透視図として記述されている。⁸⁾

古絵図として、17世紀に「春日井郡清須村古城絵図」

（名古屋市蓬左文庫）が名古屋への清須越し直前に描写されている。⁹⁻¹³⁾ 本丸、堀、山王、家屋敷地、島、田が、川の自然環境について、上方からの透視図として描かれており、文字は、上下左右独立に記述されている。「張

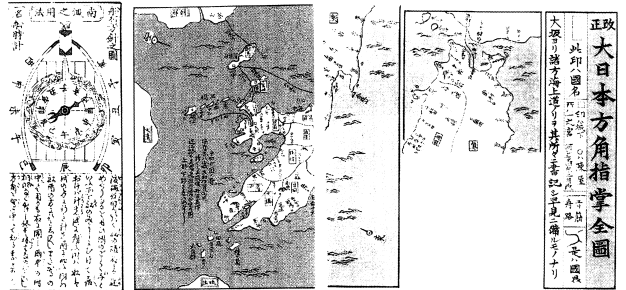


図8 大日本方角指掌全図

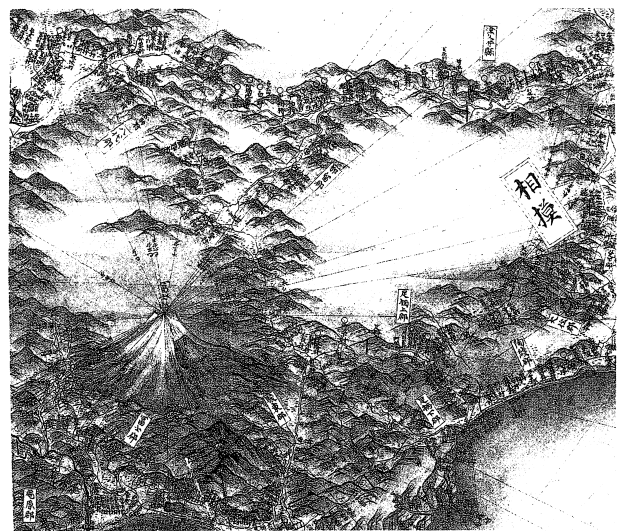


図9 大日本沿海輿地全図

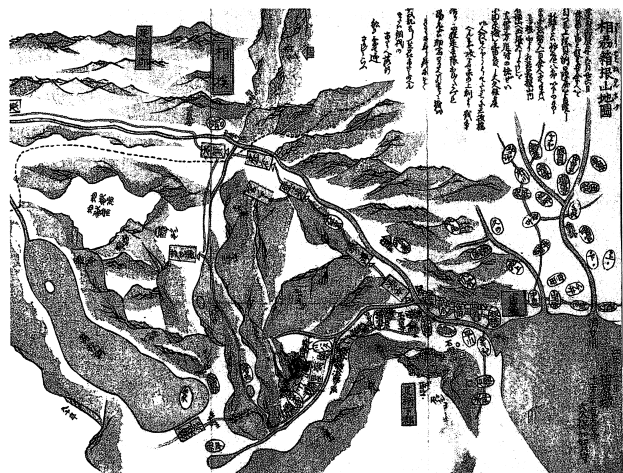


図10 相州箱根山地図

州府志」26冊のうち、1冊が26種の絵図を編集したものであり、「愛知郡図」、「熱田町図」、「岩崎古城図」が同様に描かれている。江戸期には、多くの絵図が描かれており、図10のように、「相州箱根山地図」は、小田原城周辺の山、川、街道、地名が示されている⁵⁻⁷⁾。木曾、伊那、美濃地方の絵図としては、山岳地方の街道周辺の絵図として、江戸後期の「蘭村絵図」、加子母の絵図が存在する¹⁴⁻¹⁶⁾。蘭村の絵図では、山地の木々が描かれており、畑の文字、家屋の簡略な描写がされている。加子母の絵図（内木哲朗氏所蔵）では、街道周辺の家の集落は、上下の2方向の描写がされており、御嶽山の周辺は雲が描かれている¹⁶⁾。「中山道分間延絵図」では街道沿いの家

屋、木が描かれている¹⁴⁾。

都市の絵図として江戸後期の文久2年、3年（1862、1863）に、図13の「新選京絵図」が京の都の絵図として描かれている。竹原好兵衛が版元であり、文久2年での木々の表現、家屋の表現は、文久3年版では写実表現が弱くなり、文久3年版では田畑が記号化された表現となっている^{17, 18)}。1750年頃の「名古屋并熱田図」では、名古屋城の城郭地域建中寺、大須、東別院、熱田神宮、

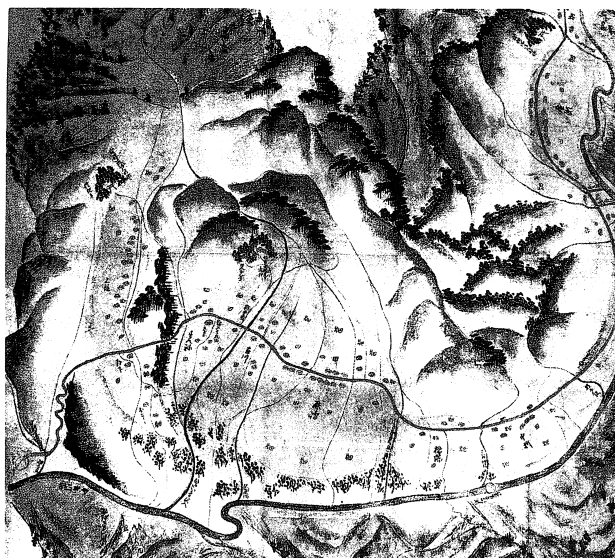


図11 蘭村絵図

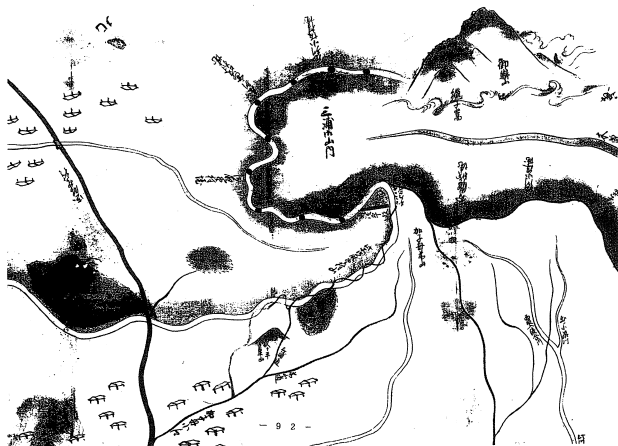


図12(a) 加子母絵図

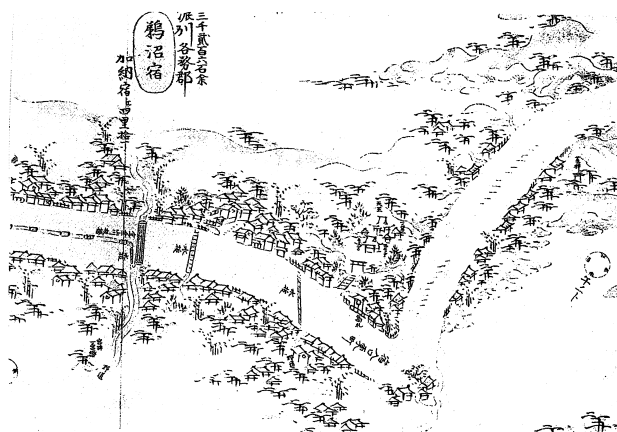


図12(b) 中山道分間延絵図（鶴沼宿東町と赤坂）

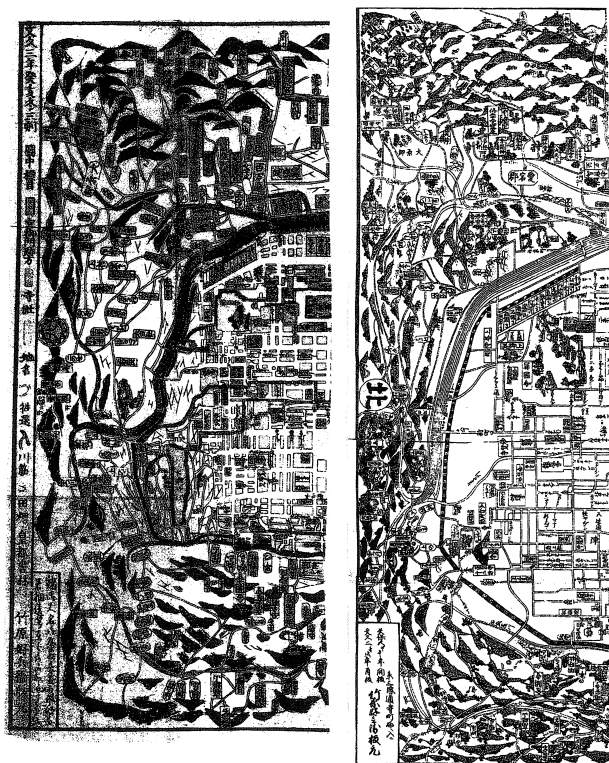


図13 新選京絵図

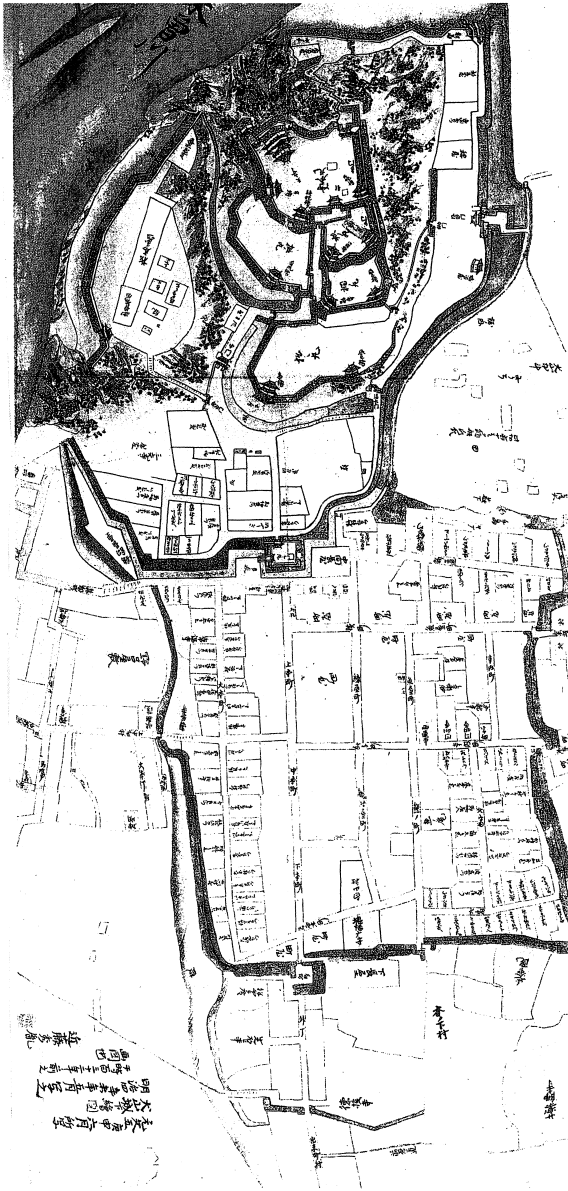


図14 犬山城下絵図

郊外地区は写実描写がされており、住宅地区は、抽象的表現として、道路と区割りが示されている。こうした表現は、多くの城下町も同様に描かれている。⁹⁻¹²⁾ 図14は、元文5年(1740)の原図を1871年近藤秀胤が写した「犬山城下絵図」(犬山市教育委員会)である。¹¹⁾ 図15の正保期の「因幡国鳥取城廻絵図」も同様な描写手法が用いられている。¹⁹⁾ 1868年に作図された「開港神戸之図」(多田屋善九郎他)では、港側に船を描き、街は、道路と住宅の区割りが抽象的に描かれ山側は、写実的に描写されている。^{11, 20)}

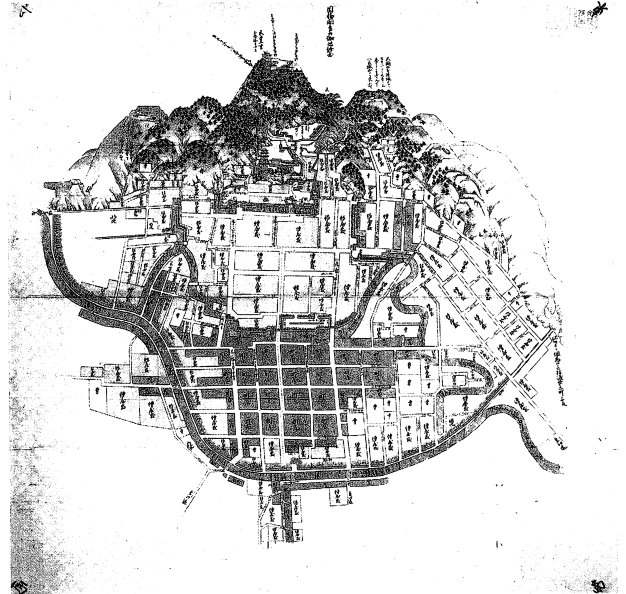


図15 因幡国鳥取城廻絵図

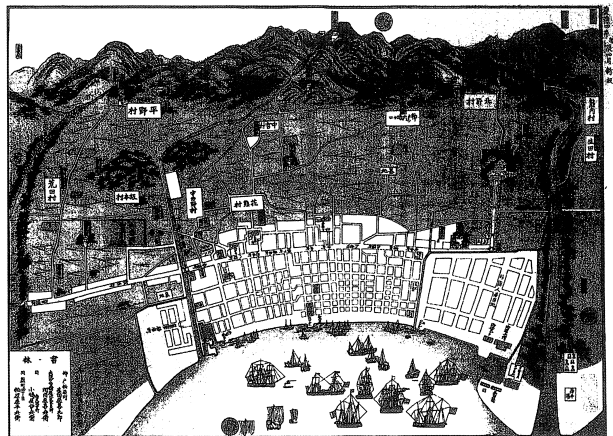


図16 開港神戸之図

視点を上空に取り、地表を下側に遠望する場合の鳥瞰図は、絵図と同様な地理位置関係を持ちながら、景観をより写実的に描写する手法である。視点が地上面近くであり、写実絵画を写生すると同様な鳥瞰図は、地理情報を提供する手法としては、限定的であるが、15世紀以後のヨーロッパの銅版画による都市景観図として、郊外に視点を置き、城壁、城、教会を含んだ作図が多く描写されてきた。日本の近世の例としては、高力猿猴庵による図17の「富士見原真景之図」(名古屋市鶴舞中央図書館)(1815年)が残されている。名古屋の前津から北方の遠投山から木曾御嶽を遠望した透視投影図が描かれている。¹²⁾ 山、森が写生図として描写されている。

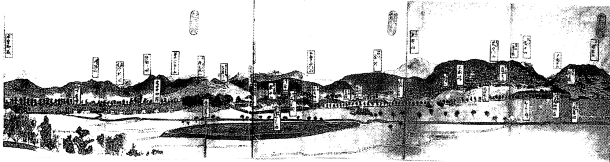


図17 富士見原真景之図



図18 熱田宮全図

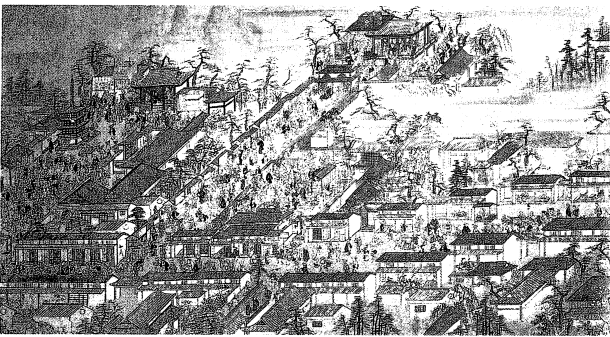


図19 享元絵巻



図20 花洛一覽図

視点を上空に置いた鳥瞰図としては、江戸後期の高力種信が描いた図18の「熱田宮全図」(西尾市岩瀬文庫)があり、熱田宮の神宮の建物、参道、森が写實的に示されている。⁹⁻¹¹⁾ また、1730年前後の「享元絵巻」(名古屋城管理事務所)は地上20~30mの視点を、南から北方面に、左から右に移動した手法により、平行投影した形式の鳥瞰図であり、視点は、固定点でなく、線状に分布

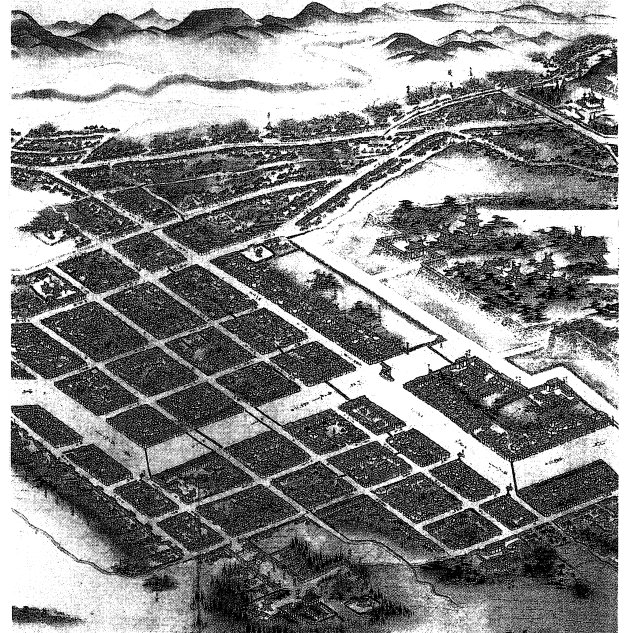


図21 東海道分間延絵図 府中

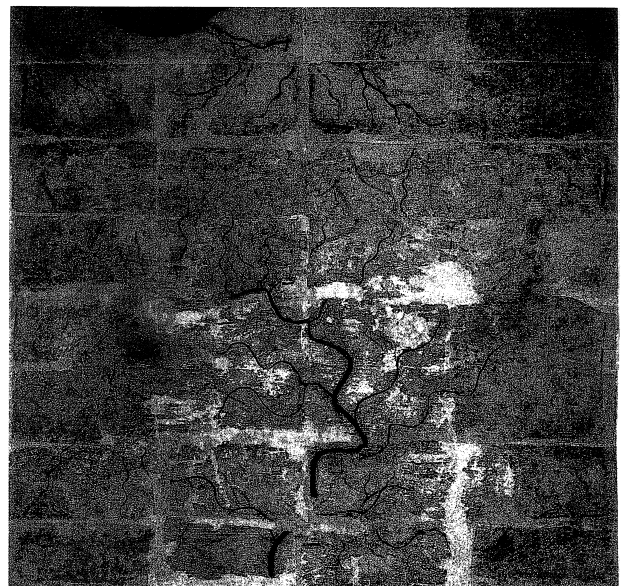
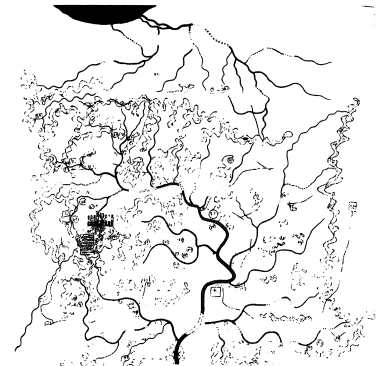


図22 長沙国南部地形図



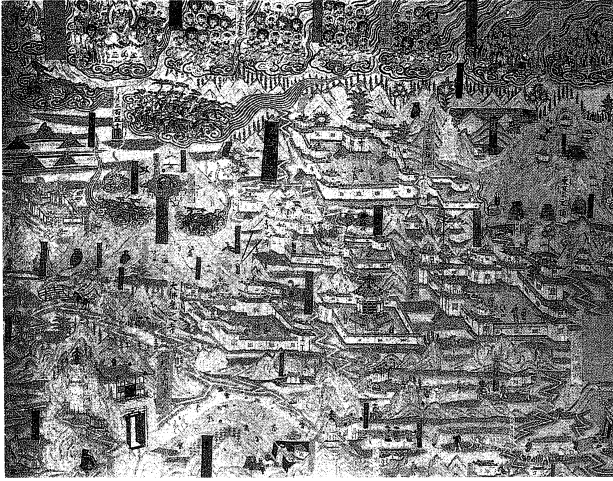


図23 五台山図

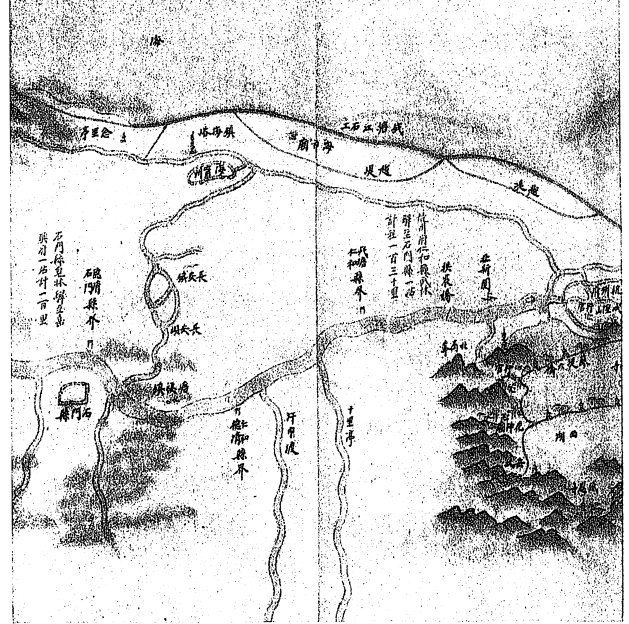


図25 清代京杭運河全図杭州付近



図24 西湖図

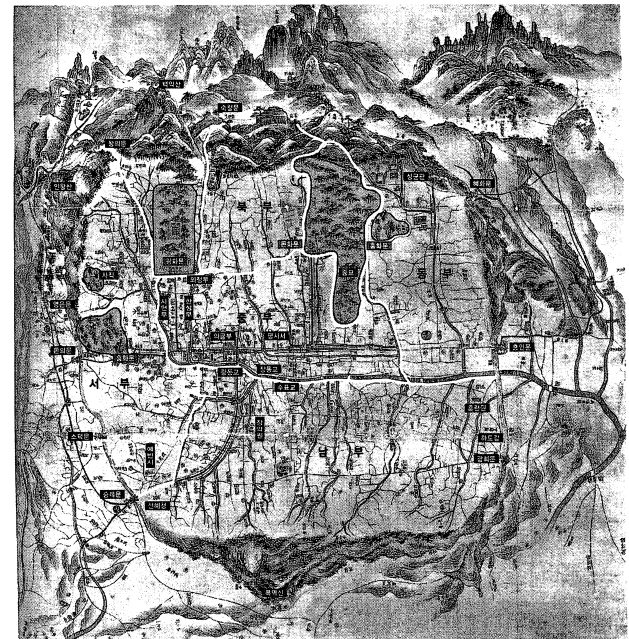


図26 漢陽都市図

した形式であり、絵巻に見られる手法である。セツ寺、大須観音が描かれている。図20は、1808年の京都の洛中洛外図とした「花洛一覽図」(黄華山)であり、視点は京都の西方上空にあり、二条城を中央手前に、遠方に比叡山、清水寺を透視投影手法により描いた写実画である。江戸後期には、多くの鳥瞰図が作成された。1868年の「越後国略図」、歙形蕙斎の「江戸一目図屏風」(津山郷土博物館)などが同様な手法の鳥瞰図である。「尾張名所図会」の星崎、「大和名所図会」の法隆寺、東大寺も、局所的な鳥瞰図である。上空からの詳細な家屋、城を描いた「東海道分間延絵図」(東京国立博物館(1806)は、実測によって作製された鳥瞰図としては、現代の航空写真に基いて作成された、グラフィック、ジオラマ鳥瞰図と同じカテゴリーの例図である。⁵⁾

1865年の五雲亭貞秀による「開港横浜之全図」、1849

年の翠柳斎の「新潟真景」も、同様に、上空からの透視投影による鳥瞰図である。²⁰⁾

中国の古絵図としては、1973年長沙東郊の馬王堆三号漢墓から発掘された絹地の地図形式の絵図(図22)が最古のものである。西漢時代の紀元前168年以前の絵図であり、湖南省から南シナ海の96km²が描かれてい

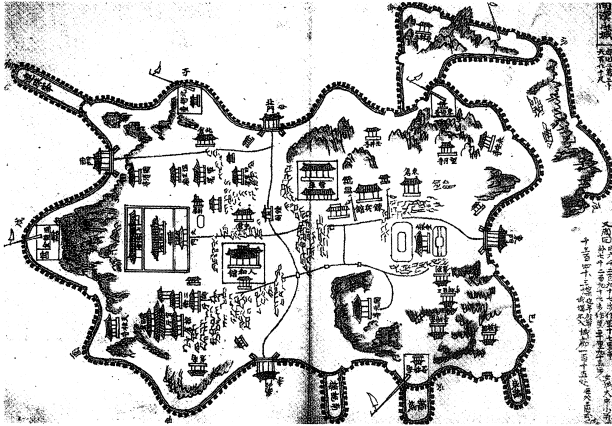


図27 南漢山城

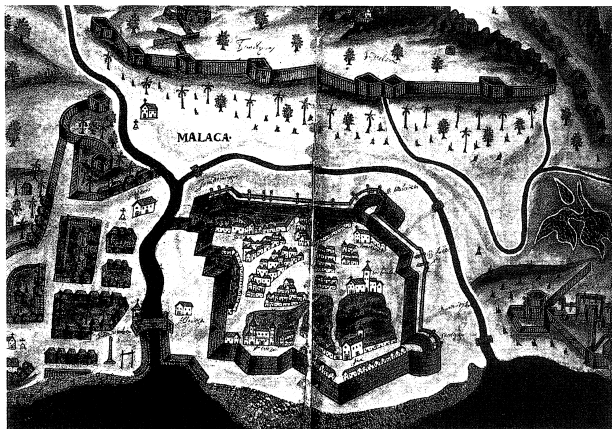


図28 マラッカ (Malaca)

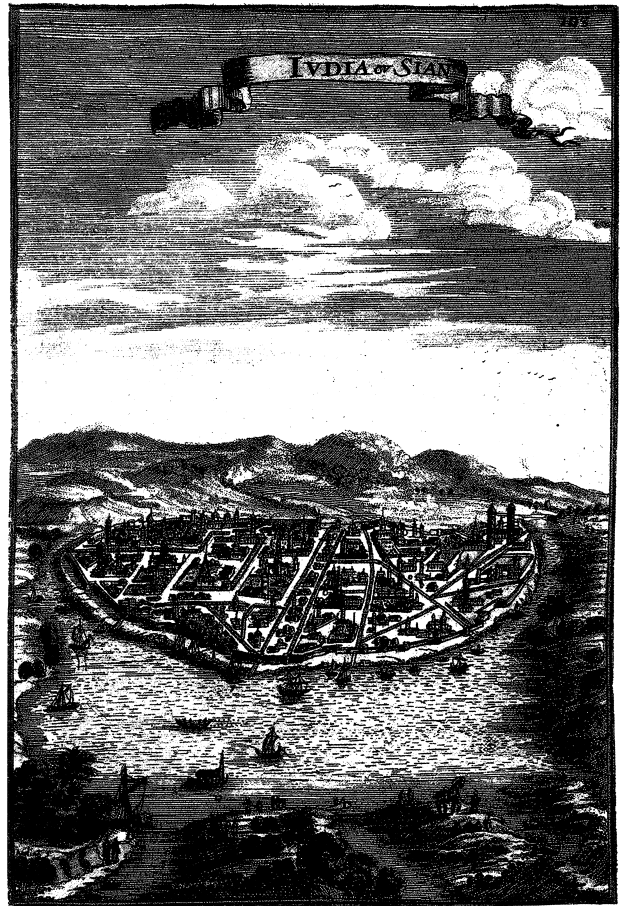


図29 アユタヤ、India au Sian

²²⁾ 川の位置が詳細に示された、上空からの平行投影手法である。五代時代(906年~960年)には、山西省五台山の寺院の絵図(図23)が描かれている。寺院、道路が上空からの投影手法により描写されている。図24は杭州の西湖の絵図であり、図25は、清代(1880年頃)の杭州運河図である。山、川、運河、寺院、森が明記されている。²²⁾

朝鮮においては、図26に示すように、漢陽の18世紀の都市絵図においては、都市周辺の山が視点を中央においた透視投影手法によって描かれている。図27の18世紀における南漢山城においても同様の手法により描かれている。²³⁾

東南アジアにおいて、17世紀ポルトガル作家がマラッカ(Malaca)の要塞と市街を描いた絵図を図28に示す。城塞、教会が写実的に描写されている。視点は前方海側上空である。タイのアユタヤ(Ayutthaya)の広角俯瞰図(図29)が、17世紀、オランダの作者アラ

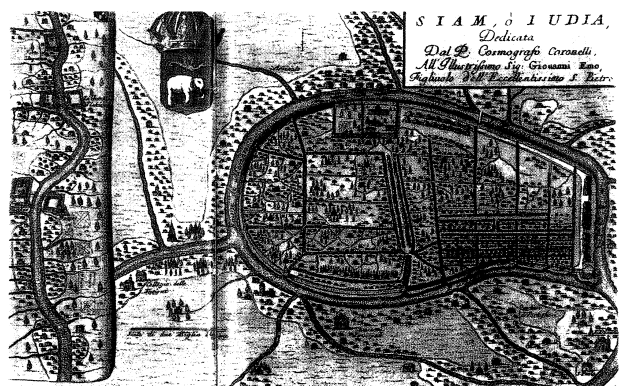


図30 アユタヤ絵図 Siam ò Iudia

ン・マレ(Allan Male)によって、描かれている。²⁴⁾ また、アユタヤの絵図「Siam ò Iudia」(図30)が1696年ヴィンセンソ・コロネーリ(Vincenzo Coronelli)によって描写されている。²⁴⁾

ヨーロッパにおいては、1500年頃、ヴェネツィア

(Venetie) の鳥瞰図がヤコポ・デ・バルバリ (Jacopo de Balvari) によって描写されている。アメリカ大陸では、1569年ジェラルド・メルカトル (Gerard Mercator) の絵図が、図31のように、示されている。²⁵⁾ 図32は、1877年ジョン・バックマン (John Bachmann) によって描写されたボストン (Boston) の鳥瞰図である。市街図、港が詳細に描かれている。1895年オッタワ (Ottawa) の市街地の鳥瞰図が描写されている。^{25、26)}

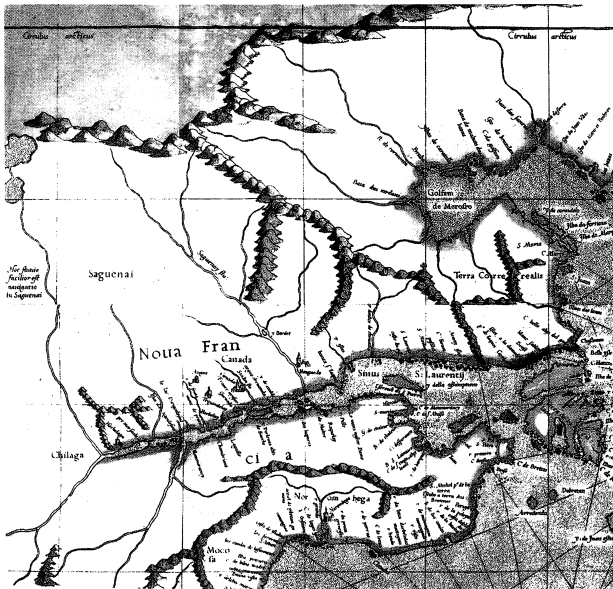


図31 アメリカ大陸 カナダ東部

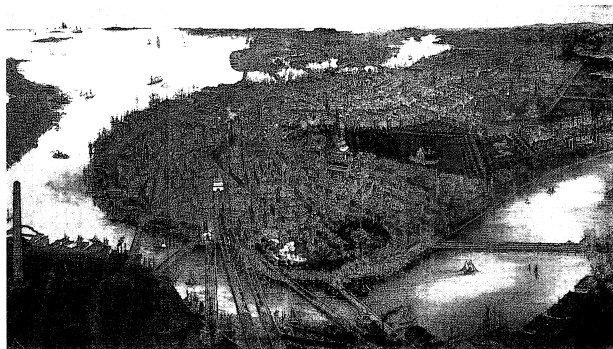


図32 ボストン (Boston) の鳥瞰図
(John Bachmann, Louis Prang出版、1877)
(Library of Congress Geography)

4. 絵図・地図と記号

絵図の自然環境、オブジェクト、建造物を表現する方法として、写実表現によって、直接的イメージを記述する手法が、中世以前より、用いられていた。²⁷⁾ 近代的な

▲	山頂	⚡	灯台	⚡	工場
(⚡)	噴火口	⊙	城跡	⊙	城跡
(竹)	竹林	✳	合戦	✳	合戦
(モ)	桑畑	Ⓜ	寺院	Ⓜ	寺院
(温)	温泉	Ⓜ	教会	Ⓜ	教会
Ⓜ	鉱山	Ⓜ	古墳	Ⓜ	古墳
Ⓜ	炭田	Ⓜ	碑塚	Ⓜ	碑塚
Ⓜ	油田	Ⓜ	その他の空港	Ⓜ	その他の空港
Ⓜ	ガス田	Ⓜ	商港	Ⓜ	商港
Ⓜ	世界遺産	Ⓜ	漁港	Ⓜ	漁港
Ⓜ	おもな名勝・天然記念物 観光地・公園など	Ⓜ	煙突	Ⓜ	煙突
■	観光的建造物	Ⓜ	郵便局	Ⓜ	郵便局
⊙	市	Ⓜ	病院	Ⓜ	病院
○	町村	Ⓜ	学校	Ⓜ	学校
—	ダムとダム湖	Ⓜ	神社	Ⓜ	神社
⚡	発電所				
⚡	原子力発電所				

図33 地図の記号 (() 内は旧記号)

地図の作成は、軍事関係者により1620~30年に行われた。16世紀の航海図には、地図用の記号が、風、都市、港の旗、紋章に関係した部分に用いられた。1720年ジャック・カッシーニ (Jack Cassini) は、地形図に斜投影図法を用い、森、道路を写実的デッサン手法を利用した。また、三角測量を採用している。1802年地形図、地図の記号、慣用の単純化が定められた。地形表現には、ぼかし式と等高線式および実用的手法がある。^{27、28)}

地図の図法は、プトレマイオス (トレミー) (Klaudios Ptolemaios) による円錐図法による世界地図 (150年頃)、および1569年の円筒図法であるメルカトル (Mercator) 図法による世界地図により発展してきている。行基は、中国の条里制の測量技術により、平安時代に行基図を作成している。

図33は、地図に用いられている記号である。絵図においては、写実的なオブジェクト表現が用いられてきたが、文字の表意文字と同様の記号化が行なわれている。GISにおける地図データをレイヤー (層) 構造として考察するとき、物理データを下層と考えれば、地形、道路、家屋、行政、機関、商店の順にデータのレイヤー構造を考える際、各レイヤーの記号化が画像表現に伴って重要となる。²⁸⁻³¹⁾

地理情報の物理データレイヤーのうち、地形、道路、家屋については、三角測量、多角測量による実測によってレイヤーデータが構成される。芸術的要素によって絵図を作成する場合には、変形写像が行われる。³²⁻³⁴⁾

5. 図法と数理アルゴリズム

絵図作成の制作過程を数理プロセスと考えた場合、対象の存在する実空間である物理座標を $\mathbf{R} = (X, Y, Z)$ 、各オブジェクトの中心を $\mathbf{R}_i^{(0)}$ 、オブジェクトの存在位置をローカル座標を用いて、 $\mathbf{R}_i = (X_i, Y_i, Z_i)$ とする。このときの関係を図34に示す。

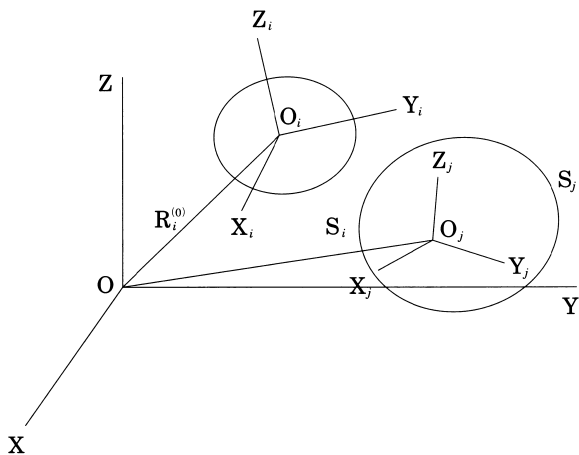


図34 実空間の物理座標 (X, Y, Z) とローカル座標 (X_i, Y_i, Z_i)

実空間のローカル座標のローカル空間を S_i とし、その原点を $\mathbf{R}_i^{(0)} = (X_i^{(0)}, Y_i^{(0)}, Z_i^{(0)})$ とする。実際の対象である、自然環境の山、川、森、あるいは、建造物がそれぞれのローカル空間を構成する。平行投影、透視投影は、実空間から絵図、鳥瞰図を構成する画像空間、イメージ空間である2次元空間 $\mathbf{r} = (x, y)$ への写像として考えることができる。

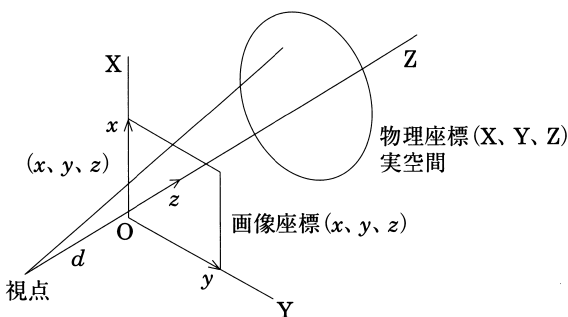


図35 投影に関する物理座標と画像座標の変換

絵図・鳥瞰図の仮想空間 (Virtual Reality) である画像空間への物理空間への写像アルゴリズムおよび画像空間における、平行移動、縮小拡大変換、回転変換、さら

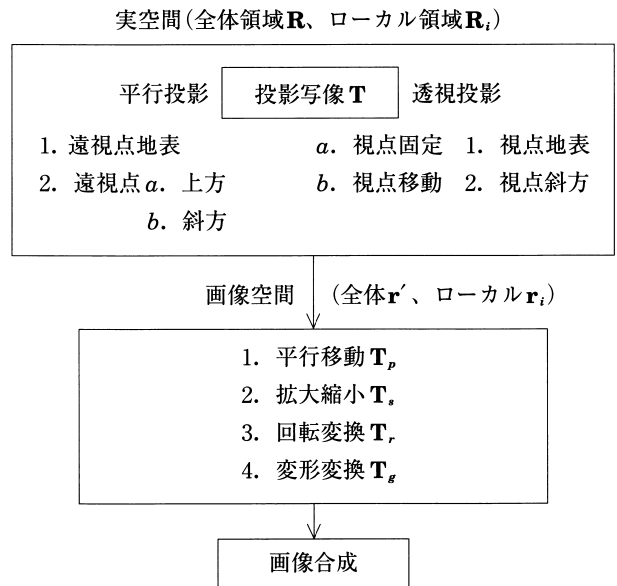


図36 変換と画像制作アルゴリズムフロー

に、各種の変形変換のフローは、図35、36の手続による。図35による投影変換 \mathbf{T} により、実空間、ローカル実空間である物理空間を、画像空間に写像し、ついで、各投影変換された、全体およびローカル画像空間において、各種の変換をそれぞれ行ない、その後、全体の画像合成を行なう。

投影写像の数式は、図37に示す関係により、物理座標 (X, Y, Z)、画像座標 (x, y, z) として、同次座標 (X, Y, Z, 1)、(x, y, z, 1) を用いれば、

$$\mathbf{r} = \mathbf{T}\mathbf{R} \tag{1}$$

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{k} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{d} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{pmatrix} \tag{2}$$

ここに、

$$\frac{1}{k} = \frac{d}{d+Z}, \quad x = \frac{X}{k}, \quad y = \frac{Y}{k} \tag{3}$$

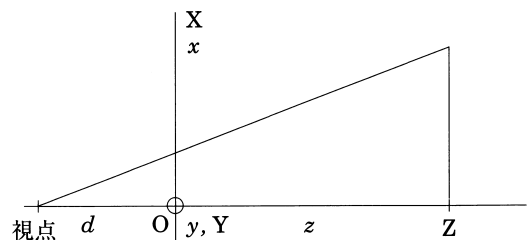


図37 透視投影と座標

変換行列 $\mathbf{T} = (t_{ij})$ の成分のうち、 t_{41} 、 t_{42} を変化させることにより、2点透視、3点透視が可能となる。式(2)において、 d を無限大とすれば、平行透視となる。

画像空間における変換は、オブジェクト画像の平行移動の場合、つぎのようにベクトル行列式として示される。2次元画像において、変換後の画像座標を $(x', y', 1)$ としたとき、 d_x 、 d_y を移動量として、

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & d_x \\ 0 & 1 & d_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

$$\mathbf{r}' = \mathbf{T}_p \mathbf{r}$$

拡大縮小変換は、 x 、 y 方向の拡大率を S_x 、 S_y として、

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_x & 0 & 0 \\ 0 & S_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} \quad (5)$$

$$\mathbf{r}' = \mathbf{T}_s \mathbf{r}$$

回転変換は、 θ の角度回転のとき、

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} \quad (6)$$

$$\mathbf{r}' = \mathbf{T}_r \mathbf{r}$$

さらに、一般的な画像変換は、

$$\mathbf{r}' = \mathbf{T}_g \mathbf{r} \quad (7)$$

ここに、変換成分 $t_{ij}^{(g)}$ は $f_{ij}(x, y)$ によって与えられる。

変形変換は、また、複素変数 $z = x + jy$ 、 $z' = x' + jy'$ を用いることにより、解析関数 $f(z)$ の性質の応用として、

$$z' = f(z) \quad (8)$$

として与えることができる。たとえば、 a を定数として

$$z' = z + \frac{a}{z} \quad (9)$$

とすれば、図38のように、だ円形の座標が得られる。

これまでの古絵図、鳥瞰図の作図法は、写像 (Mapping) に基づいて、ここで示した数理アルゴリズムの合成法によって解析できる。都市の中心部は、平行投影を用い、周辺の間々は、透視投影および、上下回転変換等が用いられている。図39に、対象オブジェクトの実空間、画像空間、さらに、変換された画像空間と数理アルゴリズムの関係を示す。

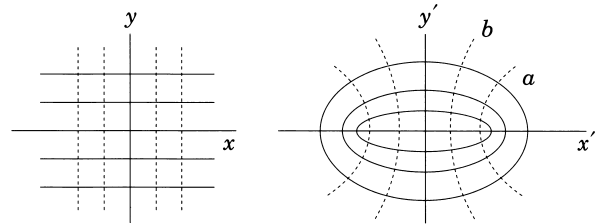


図38 $z + \frac{a}{z}$ による変換
 $|z| = b_i$ 、 $\arg z = c_i$

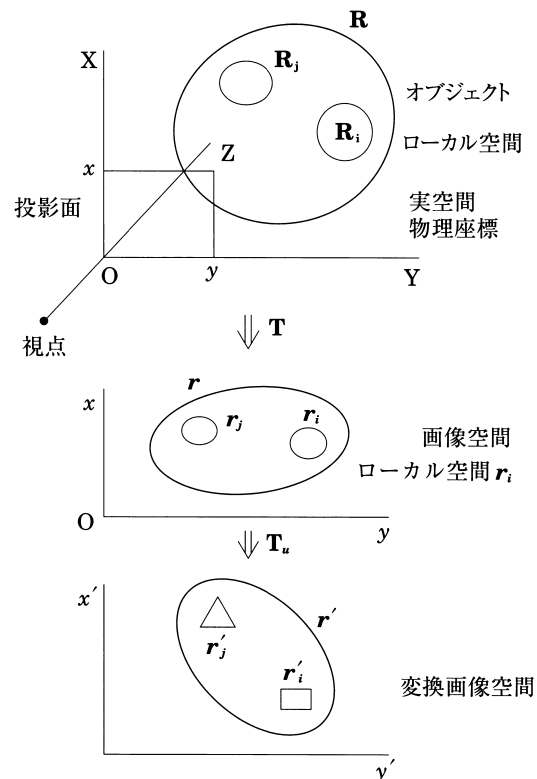


図39 絵図・鳥瞰図作成の変換アルゴリズム

6. まとめ

絵図、鳥瞰図および地図に関する地理情報、美的感性問題についての特徴を解析し、とくに歴史的発展に関して実例を分析した。また、地理情報の表現、図法およびオブジェクト表現、自然環境、建造物の表現、さらに、地理情報の記号化の展開とその特性について述べた。また、絵図、鳥瞰図の表現、制作過程を、物理空間、画像空間のあいだにおける投影、変換についての数理アルゴリズムを示した。CGおよびVR、さらにはGIS、

GPSの情報技術手法と伝統的芸術作品、デザイン作品である絵図、鳥瞰図との関係を明らかにすることにより、コンピュータ支援の新しいパノラマ、ジオラマ作図法の基礎を示した。今後、コンピュータを用いた絵図・鳥瞰図用の効率的なソフトウェアを開発し、現代の新しい汎用性のある図法により、作品を制作する予定である。

文献

- 1) 宮崎保光；コンピュータ・グラフィック鳥瞰図における景観写真を用いた立体像構成法による制作アルゴリズム、名古屋造形芸術大学紀要12号、pp.121-130 (2006)
- 2) 勝田、宮崎；現代鳥瞰図の2次元写真を用いたコンピュータ画像処理による制作、電子情報通信学会、2002年総合大会、D-11-133 (2002)
- 3) 宮崎保光；絵図・鳥瞰図の史的分析和コンピュータ支援鳥瞰図(CAB)の数値技法、名古屋造形芸術大学紀要13号、pp.135-146 (2007)
- 4) 黒田日出男；中世荘園絵図の解釈学、東京大学出版会 (2007)
- 5) 正井泰夫監修；江戸東京古地図、幻冬舎 (2004)
- 6) 須原屋茂兵衛他；御免諸国道中図記、大日本行程大絵図 (1844)
- 7) 須原屋茂兵衛他；諸国道中大絵図、東洋出版 (1976)
- 8) 渡辺一郎；伊能忠敬の地図をよむ。河出書房新社 (2000)
- 9) 名古屋市博物館；尾張徳川家の絵図 (2000)
- 10) なごや四百年時代検定実行委員会、なごや四百年時代検定公式テキスト、名古屋商工会議所 (2007)
- 11) 東橋洋二編集；名古屋・東海の城下町、平凡社 (1995)
- 12) 名古屋市博物館；昔の前津 (2006)
- 13) 前田栄作、小部鉦造；尾張名所図会 絵解き散歩、風媒社 (2006)
- 14) 横山住雄；中仙道 鵜沼宿 図録、教育出版文化協会 (1992)
- 15) 南木曾町博物館；南木曾の歴史 (1996)
- 16) 杉村啓治；江戸城再建を支えた尾張藩村々、科学研究費補助金(奨励研究)成果報告15904023 (2007)
- 17) 竹原好兵衛 玄清；新增細見京絵図大全 (清光社) 文久二年 (1862)
- 18) 武田恒夫監修；花洛一覽図、角屋文芸社 (1994)
- 19) 鳥取市歴史博物館；大名地田家のひろがり (2001)
- 20) 宗像盛久；横浜開化綿絵を読む、東京堂出版 (2000)
岩田豊樹編；幕末維新古地図大図鑑、新人物往来社 (1977)
- 21) 本渡章；奈良名所むかし案内 絵とき「大和名所図会」、創文社 (2007)
- 22) 中国測絵科学研究員編纂；中华古地图珍品选集、哈尔滨地图出版社 (1998)
- 23) Editorial Committee, Historical Atlas of Korea, sakyedul.co (2004)
- 24) Charnvit Kasetsiri, 吉川利治；アユタヤ、タイ国トヨタ財団、人文社会科学教科書振興財団 (2007)
生田滋、高橋均、増田義郎；大航海時代、福武書店 (1983)
- 25) Jeremy Black ; Visions of the World, A History of Maps, Mitchell Beazley (2003)
- 26) Derek Hayes ; Historical Atlas of Canada, University of Washington Press Douglas & McIntyre Ltd (2002)
- 27) Georges Jean ; Langage de dignes, l'écriture et son double, Gallimard (1989)
- 28) 小坂和夫；地図編集と投影、山海堂 (1989)
- 28) George B. Korte ; The GIS Book, On Word Press (1993)
- 29) 水町守志、衛生測位システム協議会；GPS導入ガイド、日刊工業新聞社 (1993)
- 30) 桜井博行；電子地図革命、東洋経済新報社 (1997)
- 31) 山と地図のフォーラム；パソコンで楽しむ山と地図、実業之日本社 (1997)
- 32) David Greenhood ; Mapping, The University of Chicago Press (1964)
- 33) 片山信夫；地学精義、培風館 (1963)
- 34) 今井佐一監修、田島富雄；三角、多角測量、市ヶ谷出版 (1997)
- 35) Valentin I. Ivanov, Michael K. Trubetskov ; Handbook of Conformal Mapping With Computer Aided Visualization, CRC Press, Inc (1995)