

江戸図における街区歪みの表現法と 江戸図のコンピュータ処理

黒川 隆夫

京都工芸繊維大学・工芸学部・電子情報工学科
606 京都市左京区松ヶ崎

江戸の都市地図である江戸図は歴史地理の重要な資料であるが、図上での方位と縮尺が一定していないために、江戸図相互間の比較や江戸図と現代図との対比が困難である。本報告では江戸図を正しい地図(正図)へリマップして、それをレイヤー構造画面の1レイヤーに描き、複数の江戸図を重畳表示することにより江戸図の相互比較が容易になることを述べる。この表示法はリマッピング作業自体をも軽減する。また江戸図と正図の街区形状の関係を射影変換で記述し、正図上の単位正方形が江戸図でどのような形に描かれているかにより江戸図の歪みを表現する手法を提案する。この方法は江戸図の図法や江戸図制作者と江戸市民の都市空間感覚などの分析に有用である。以上の手法をテキストや絵画、音などの資料と統合することにより、江戸に関するハイパーメディアを作成するのが今後の課題である。

A Method of Representing Distortion of Block Shapes on City Maps of Yedo and Treatment of the Maps by a Computer

Takao KUROKAWA

Department of Electronics and Information Science
Faculty of Engineering and Design, Kyoto Institute of Technology
Matsugasaki, Sakyo-ku, Kyoto 606, Japan

City maps of Yedo, former Tokyo, are important materials in historical geography. It is, however, troublesome to compare them one another or compare them with modern maps because they have distortion in both direction and scale. This paper states that it is very useful to remap each distorted map on a correct one which makes one of layered large virtual screens of a computer. The layered structure of correct maps enables to select any maps and examine differences among them on the multilayered screen. The structure also makes remapping itself very easy. The relation between shapes of a distorted block on a Yedo map and its corrected one is described by a projective transformation and the shape distortion of the block is represented by a quadrilateral on the Yedo map which is transformed to a unit square on the correct map. This method will be useful to analyze how Yedo people understood the geographical structure of their city. The purpose of further studies is to make hypermedia of Yedo, combining texts, pictures and sounds with the layer-structured database of Yedo maps.

1. はじめに

江戸図とは主として江戸時代に作成された江戸の地図の総称である。飯田と俵によって編纂された「江戸図総覧」(1988b)は長禄[1457-60年]の年号をもつ『長禄江戸図』(江戸期の擬作であるというのが定説になっている)から1877[明治10]年までの、現在知られている江戸図を約1200種、2700余点挙げており、多種の地図群のなかでも江戸図は独特のカテゴリーを作っている。これらは手書きのものから測量結果を木版印刷して大量に流布したものまで様式も多様であるが、比較的広い範囲を描いた江戸の都市地図である点が共通している。

江戸図は歴史地理学の格好の資料であり、特に近世に入ってから作られた江戸という特異的な大都市の発展過程を記録したものとして都市史の重要なデータとなっている。ところが江戸図は近代的な測量技術によらないで制作されており、たとえ1枚の図であっても方位・縮尺ともに図の部分によってまちまちである。この結果、江戸図上のある地点が正確にはどこを指しているのが判然とせず、研究者が江戸図を資料とする際に困難を生じること、また一般の人にとっても定性的で、漠然とした印象しか与えられないことなど、せっかくの好資料を十分に活かすきれない。また都市史の観点からは多数の江戸図を縦断(通時的)・横断(共時的)に吟味する必要を生じるが、江戸図ごとに上で述べたような歪みがあるのに加えて、江戸図の制作法が一貫しておらず、相互比較も非常に困難となっている。

本研究の目的の1つは江戸図を多用途に活用する手法の確立にある。その方法は個々の江戸図を統一された図法の地図へ再表現することであり、それによって江戸図の横断的比較や縦断的分析を促進できる。この統一図法による地図として方位と縮尺の正確な地図(以下これを正図と呼ぶ)を採用すれば江戸図の資料価値は一層高くなる筈である。この江戸図の正図への再表現をリマッピング(再マッピング)と呼ぶことにする。これには必然的にすべての江戸図が内包する歪みの処理が伴う。リマッピングは歪みの補正であり、何らかの歪み表現を求めることにつながる。この定量的な歪み表現法を求めるのが第2

の研究目的である。これを用いれば江戸図の特徴分析ができ、江戸図の図法を知るうえでも、また江戸図を資料として利用するうえでも有用となる。特に地図制作者や江戸人の都市空間感覚を積極的に検討できるようになると考えられる。

以下では、まず江戸図について紹介し、次に江戸図のマッピングの試みについて述べる。さらに江戸図の歪みの取り扱い手法を提案するとともに、適用例を示す。最後にコンピュータによる江戸のハイパーメディア化など今後の可能性について触れる。

2. 江戸図とその特徴

江戸図は制作年代、制作の意図、流布の有無、表現区域など非常に多様であるが、一般的には、

- 江戸の都市地理を表現している、
- 少なくとも江戸の中心部(江戸城と江戸前島部)を含む、
- 対象となる人々に都市地理を伝える目的をもっている、
- 近代的な精密測量によらない、

の4つが江戸図と判定されるための条件と言える。

この観点からは前述の『長禄江戸図』群と慶長年間制作とされるが見取図に近い『別本慶長江戸図全』は江戸図とは称し難い。確実なところでは江戸図は北は神田、南は芝増上寺、西は半蔵門外、東は浅草川までを描いた『武州豊嶋郡江戸庄図(寛永図)』(1632[寛永9]年)が最古のものと言える。

江戸図は、江戸の都市としての発展と市街の複雑化・拡大に伴って様式も変化するが、すべての江戸図が多かれ少なかれ絵図としての性質を備えている。例えば江戸城域は簡略化してそのうえに江戸城を描いたり、武家地には家紋を描いたり、橋を写実的に表現したりといった手法がとられている。ただし1670[寛文10]~1673[延宝元]年に刊行された『新板江戸大絵図(寛文図)』は画期的なもので、幕府が実施した測量に基づく極めて正確な地図となっている。刊行は遠近道印が担当し、5枚に分けて出版された。以後は寛文図を基にして多数の江戸図が制作された。1710[宝永7]年になると画家の石川流宣による『分道江戸大絵図』を始めとする色彩と絵柄の

豊富な江戸図が現れた。さらに多数の切絵図群は1755[宝暦5]年に初めて現れた携帯用江戸図ともいふべきもので、実用性に富んでいる。

江戸図作成の目的は江戸の範囲の確定、各町の位置・方位の表示、地籍の明示、道路案内などであり、目的に応じた制作法がとられた。

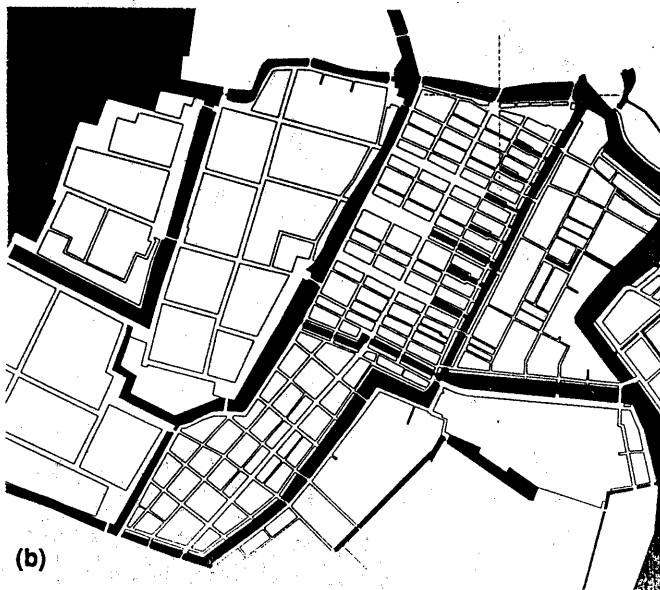


図1 コンピュータ内の江戸図原図 (a)寛永図, (b)寛文図

江戸図は近代的な測量によらずに制作されており、図の部分ごとに方位と縮尺が異なる場合が多く、正確な地図からは大きく歪んでいる。重要なことは、この江戸図の歪みが単に測量上の不備からくるのではなく、制作者の江戸観すなわち都市空間としての江戸の理解の仕方とも関わっている可能性が高いことである。このことは江戸人の江戸観ともある程度重複するであろう。ある区域を一定の紙幅に収める必要上、重要でない区域の変形は避けられないが、切絵図にも見られるように、どこを重要と考え、どこを重要でないと見なすか、どこを広くあるいは狭く感じるかにも制作者の都市空間の捉え方が強く反映している筈である。飯田ら(1988a)もこれに関連して、「寛永図などのゆがみは、測量やその図化上の問題ではなく、心理的な歪曲であって、厳密正確の観念をこえた視点によるものであることを指摘したい」としているが、筆者は歪みを正確に評価する手法が開発できれば、1.で触れたように江戸図制作者と江戸人の都市空間感覚を都市史の視点より検討できるようになると考えている。

現代に入ってからいずれの都市も急激な変化を示しており、その無機化・没個性化が人間が住む場としての適性に疑問を投げかけつつある。人間の活動と交流を支える機能をどのように確保するかが都市の重要課題とされる所以である。吉田伸之(1992)は都市の発展段階をManford(1938)の都市発展衰退論を参考にしつつ、伝統都市、近代都市(メトロポリス)、現代都市(メガロ

ボリス), 最適都市, 専制都市(ティラノボリス), 死者の都市(ネクロボリス)に分け, 現代都市を都市の生死の分岐点と捉えている。江戸はこの分類で言えば伝統都市であると同時に, 近代・現代の都市計画とも関わっている(藤森 1990, 越沢 1991)。また現代都市が陥る無機化・没個性化とは無関係の豊かなコミュニティ空間と自然を含んでおり, 死の都市に近づきつつある東京を再生するためのヒントを多く内包している。

3. 江戸図のリマッピング

3.1 江戸図の方位と縮尺の決定

リマッピングは江戸図を正図に変換する作業であり, それには近代測量法に基づいた正確で, 江戸時代の市街の面影を残した地図が必要である。そして信頼できる資料を援用しつつその図の上に江戸図を表現するのが一般的な手法である。寛永図のリマッピングを行った玉井は明治10年代に内務省が作成した『五千分巻実測図』を利用している(玉井 1989)。本研究では同じ目的のために1876[明治9]年に内務省地理局によって制作された『東京実測全図』と1886[明治19]~1888[明治21]年に制作された『東京実測全図』(ともに地図資料編集会 1988)を利用することにし, これを近代図と呼ぶ。ただし, 近代図は正確さの点で国土地理院の地形図には及ばない。そこで正確を期すために常に1万分の1地形図との対比を行いつつ作業を進めた。

江戸図に関する処理をコンピュータで行なうことが課題でもあり, 江戸図と近代図のうち町割や河川・海岸に着目し, これらの位置を数値化してコンピュータに入力することにした。ところがほとんどの江戸図は縮尺と呼べる

ものをもたず, 方位は記入があっても非常に不正確である。江戸図に座標系を設定するためにも, また後に地図の歪みを定量化するためにも方位と縮尺の

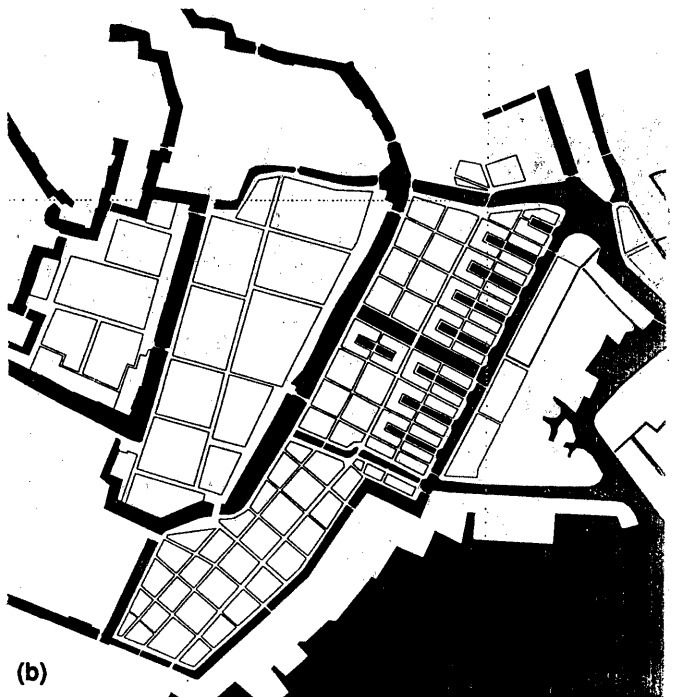
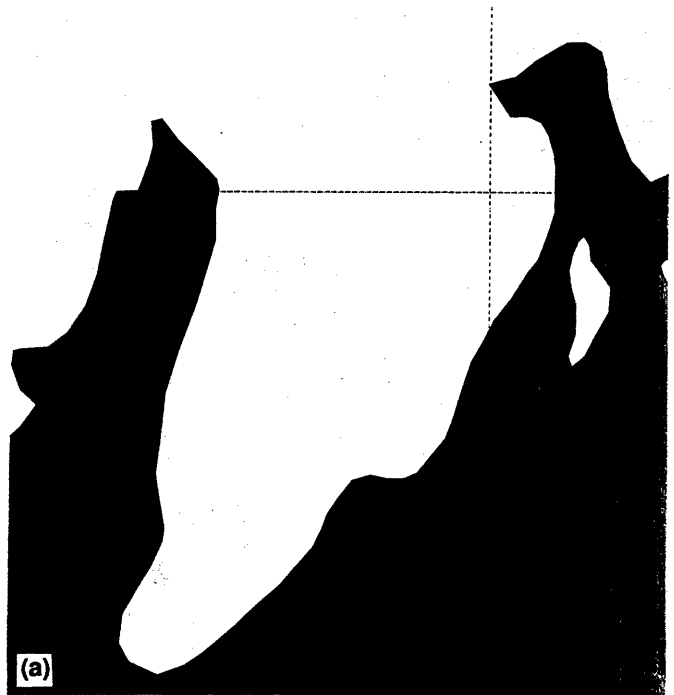


図2 江戸図のリマッピング (a)家康江戸入り以前の

規定が不可欠である。

すべての江戸図に、同一の縮尺と方位の規定法が適用できる必要がある。これには、江戸図上に

定点を選んで、それらを結ぶ線分の方角と長さを用いるのが便利である。様々な検討を重ねた結果(黒川 1992)、南北軸として日本橋の中心と新橋の中心

を結ぶ線分を、東西軸として和田倉門橋(当初大手門橋を選んだが後にこの橋を表現しない江戸図が存在することが判明)の中心と靈巖橋の中心を結ぶ線分を採用した。ただこの方法のみでは「切絵図」として知られている一連の分割江戸図の取り扱いが困難であり、切絵図についてはさらに別の方法を援用しなければならない。

以上の2軸を用いて、以下の手順で江戸図の縮尺と方位を定める。まず方位については、江戸図と近代図の2軸の2等分線を一致させたときの近代図の南北方向を江戸図の南北方向として採用し、これに直交する方向を東西方向とする。次に江戸図の南北軸の長さを d_{ns} 、東西軸の長さを d_{ew} とし、さらに縮尺 s' ($1:s'$)の近代図上の2軸についても同様に軸長 d'_{ns} と d'_{ew} を求める。これより江戸図の南北軸と東西軸の縮尺 s_{ns} s_{ew} を次式で定義する。

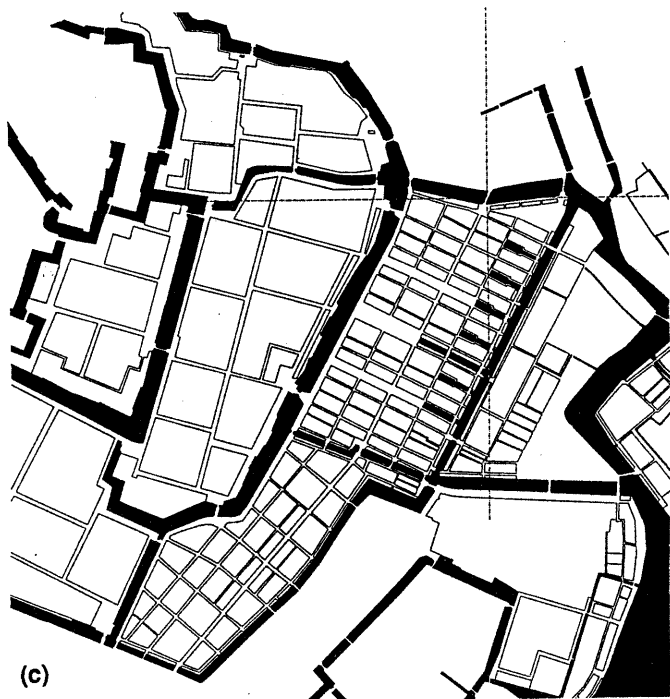
$$s_{ns} = \frac{d'_{ns}}{d_{ns}} s' \quad (1)$$

$$s_{ew} = \frac{d'_{ew}}{d_{ew}} s' \quad (2)$$

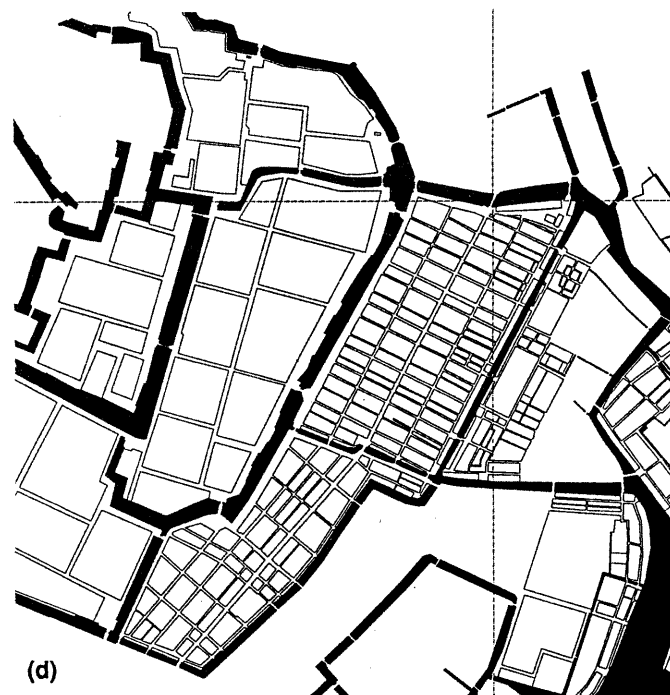
それぞれは長さ d'_{ns} d'_{ew} に対して得られたものなので、これらを重みとして2つの縮尺の平均を計算し、これを江戸図の縮尺 s として採用する。

$$s = \frac{d'_{ns} s_{ns} + d'_{ew} s_{ew}}{d'_{ns} + d'_{ew}} \quad (3)$$

ただし縮尺や方位の与えられている江戸図は本来のものを採用する。なお、江戸図と近代図とも日本橋の中心を座標とする。



(c)



(d)

江戸地形, (b)寛永図, (c)寛文図, (d)安政図

3.2 リマッピング

江戸図の方位と縮尺を3.1の方法で決定し、江戸図と近代図の数値化を行なった。これらは縮尺が1:10000となるように図化し、コンピュータ上での原図とした。図1はこのようにして描いた(a)寛永図と(b)寛文図である。描いた範囲は地図全域ではないが、各図の特徴が読み取れる。

リマッピングはまず近代図上に幕末の図を描く。従来はこの作業は完全な手作業により紙上で行なわれていたが、これには非常な時間を要する。本研究ではレイヤー構造をもつCADソフトを利用し、近代図を描いたレイヤーの上に別のレイヤーを用意してその上で作業を行なえるようにした。このようなコンピュータ支援作業では近代図との差の確認が容易なために時間が大幅に短縮されると考えている。例えば他の江戸図と地理的形状が同じ部分に関しては簡単なコピー/ペーストが利用できる。一般の江戸図の場合は幕末の江戸図を参照レイヤーとしながらリマッピングを行なうのが効率的である。

リマッピングの例を図2に描く。(a)には家康の江戸入り前の江戸前島を中心とした推定海岸線(鈴木 1991)である。(b)(c)はそれぞれ図1の(a)(b)に対応する江戸図のリマップ結果である。(d)には幕末の『分間江戸大絵図完』(1859[安政6年])を示す。

本研究の第1の目的から言えば、このように正図へのリマッピングを行った結果を用いて必要な江戸図の縦横断的な対比を可能とするために上述のレイヤー構造が有効に活用できる。例えば江戸図Aと江戸図Bを異なる色で描いておいて、それらを重畳表示すれば両者の比較は非常に容易であり、紙に描かれた2枚の図を対比するのに比べて理解の進み方も相当違う。さらにズーム機能、スクロール機能によって必要な拡大率で特定地域だけに焦点を当てることも可能である。この方法は地名や居住者名、屋敷図などの関連情報を付加することにより江戸図データベースへ容易に拡張可能である。これについては5. で再度触れる。

4. 江戸図の歪みの取り扱い

4.1 江戸図の歪み

江戸図の歪みは早くより問題にされているが、研究者は視覚的観察に頼って定性的な記述を行うしか方法がなかった。江戸図の正確さを表現するのに、図上の異なる4点のうちの2点ずつを十字に結んで得られる2直線の比を実際の比と対比して歪み度とする手法がある(岩田 1974)。しかしこの方法は飯田ら(1988a)も記しているように、同一の歪み度であってもまったく歪みの様子が異なる図があり得るため適切とは言えない。

もし江戸図の歪みを妥当な形で定量化できれば、それは江戸図の図法を知るうえでも、また江戸図を資料として利用するうえでも有用である。地図の歪みの評価は江戸図と正図の関係と強く結びついている。両図間の変換すなわち3. のリマッピングによって原地図の歪みの評価は容易になった。玉井ら一部の研究者が一部の江戸図をリマップする研究に取り組んできたが(正井 1987, 中村 1989, 玉井 1989), それらは多分に時間をかけた研究者の労力に依存する面が強く、大量の江戸図情報を扱うには限界があり、歪みの問題は明確には扱われなかった。

4.2 射影平面間の射影変換

江戸図のリマッピングと歪みの表現を関連づけるために射影幾何学的方法を利用する。ユークリッド幾何学がユークリッド空間を構成するように、射影幾何学が成立する空間は射影空間と呼ばれる。ここでは地図と関連する2次元の射影空間(射影平面)に的を絞って簡単に述べる。

射影平面間の変換である射影変換は透視変換あるいは配景写像と呼ばれるものを有限回反復したもので、1対1写像であると同時に、直線を直線に移す性質をもつ。2枚の射影平面 π と μ を考えたとき、 π 上の相異なる4点A,B,C,D、 μ 上の相異なる4点P,Q,R,Sに関して、AをPに、BをQに、CをRに、DをSに移す π から μ への射影変換がただ1つ存在することが知られている(射影変換の基本定理)(河田 1976)。

この事実をリマッピングに利用すると、江戸図上の4点を正図上の4点に移す射影変換が唯一つ

決ることになる。また射影変換の決定に用いる4辺形を正確に選べば、この射影変換によって江戸図のある領域の任意の点を正確な位置へリマップする方法が得られることにもなる。

なお、地図の軽微な補正にアフィン変換が使用されることがあるが、平行4辺形を平行4辺形に移すアフィン変換は江戸図のリマッピングを考える場合には自由度が小さ過ぎる。

射影平面は点と呼ばれるともに0ではない実数の3つ組 $[p_1, p_2, p_3]$ の集合である。射影平面上の2点に対して0でない実数 k が存在して、

$$p_1 = kq_1, p_2 = kq_2, p_3 = kq_3 \quad (4)$$

となれば、2点は一致し、

$$[p_1, p_2, p_3] = [q_1, q_2, q_3] \quad (5)$$

となる。 $[p_1, p_2, p_3]$ を射影平面上の点の齊次座標と呼ぶ。

射影平面 π から μ への全単射 T で、直線を直線に移し、図3のように直線 l 上の任意の4点 A, B, C, D に対して、複比と呼ばれる値が

$$\frac{AC \cdot BD}{BC \cdot AD} = \frac{T(A)T(C) \cdot T(B)T(D)}{T(B)T(C) \cdot T(A)T(D)} \quad (6)$$

のように保存されるとき、 T は射影変換となる。ただし、 AC は点 A, C の距離を表わす(他も同じ)。射影変換に関しては上述の基本定理が成り立つ。

4.3 射影変換によるリマッピング過程の表現

4.3.1 街区

射影幾何学の性質を用いれば江戸図と正図を関連づけられる。基本定理で述べられた性質は地図の変形操作に極めて好都合である。すなわち江戸図上の異なる4点を、それに対応する正図に移す射影変換を定めうることを意味する。直線状の道路に囲まれた区画は多角形で、しかも4辺形であることが多く、地図上の異なる4点を自然に選ぶことができる。そこで、江戸図上に街区の概念を導入する。

街区は道路や河川、海岸などの自然条件により分離された都市の区画を指す。都市図である江戸図ではこの概念を自然に適用することができる。しかし、街区形状には4辺形以外のものもあり、その取り扱い方を定めておく必要がある。

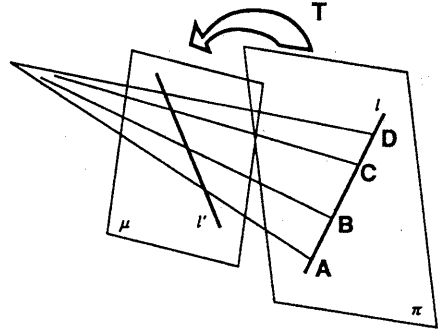


図3 射影変換における複比の保存

n	街区形状と射影4辺形	備考
3		点Dは江戸図街区の重心
4		
5		射影4辺形は正図で面積が最大となるように選ぶ

図4 街区を代表する射影4辺形

本研究では、4辺形でない街区に関しては2種の手法により、街区を代表する4点、換言すれば4辺形を定義することにした。この4辺形を射影4辺形と呼ぶことにする。図4はこの手法をまとめたものである。まず、3角形街区では3角形の重心を加えて4点とする。4辺形は凹形となるが、正図上で3角形的最長辺を選び、それを迂回する辺をもつ凹4辺形を射影4辺形と定義する。n角形($n \geq 5$)については、正図の街区頂点4個によって定まる4辺形のうち、面積が最大となるものを射影4辺形とする。

4.3.2 大街区

街区は江戸図の局所構造を表現するものである

が、大域的構造を表わすためにより広い領域を眺めることも必要である。本研究では、江戸初期に形成された河川と堀割、主要な道路を利用して、任意の江戸図で判別可能な区域を定め大街区と呼ぶ。特に江戸中心部では堀割を用いることにより大街区が容易に設定できる(黒川 1992)。

大街区についても射影変換を適用できるように、射影4辺形を概ね街区の場合と同じように定義する。ただし大街区の境界が曲線のことも多く、その場合には凹凸点を頂点と見なすことにした。

4.3.3 街区の射影変換の導出

図5に示す江戸図の街区 $P_1P_2P_3P_4$ からそれに対応する正図上の街区 $Q_1Q_2Q_3Q_4$ への射影変換を考える(P_i に対して Q_i ($i=1, \dots, 4$)が対応)。なお簡単のために P_1 と Q_1 はともに原点にとる。

射影平面上の斉次座標 $[\pi_0, \pi_1, \pi_2]$ から斉次座標 $[\mu_0, \mu_1, \mu_2]$ への射影変換 T は $v \neq 0$ に対して、

$$v \begin{bmatrix} \mu_0 \\ \mu_1 \\ \mu_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_0 & a_1 & a_2 \\ b_0 & b_1 & b_2 \\ c_0 & c_1 & c_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \pi_0 \\ \pi_1 \\ \pi_2 \end{bmatrix} \quad (7)$$

と表現できる。斉次座標の定義より、 $\mu_0 \neq 0$ および $\pi_0 \neq 0$ のもとで、 $[\mu_0, \mu_1, \mu_2] = [1, \mu_1/\mu_0, \mu_2/\mu_0]$ かつ $[\pi_0, \pi_1, \pi_2] = [1, \pi_1/\pi_0, \pi_2/\pi_0]$ なることを利用し、

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \pi_1/\pi_0 \\ \pi_2/\pi_0 \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} s \\ t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_1/\mu_0 \\ \mu_2/\mu_0 \end{bmatrix} \quad (8)$$

と考えれば、斉次座標のうち1を無視して、ユークリッド平面からユークリッド平面への射影変換

$$\lambda \begin{bmatrix} s \\ t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad \lambda \neq 0 \quad (9)$$

が得られる。図5の P_i と Q_i ($i=1, \dots, 4$)の座標値についてこれを求めると次式となる。

$$\begin{bmatrix} s \\ t \end{bmatrix} = \frac{1}{\Delta} \begin{bmatrix} A_1 & A_2 \\ A_3 & A_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \frac{1}{\Delta} \begin{bmatrix} \alpha s_2 y_4 - \beta s_4 y_2 & -(\alpha s_2 x_4 - \beta s_4 x_2) \\ \alpha t_2 y_4 - \beta t_4 y_2 & -(\alpha t_2 x_4 - \beta t_4 x_2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad (10)$$

ここに、

$$\Delta = (\alpha - 1)(x y_4 - x_4 y) - (\beta - 1)(x y_2 - x_2 y) + x_2 y_4 - x_4 y_2$$

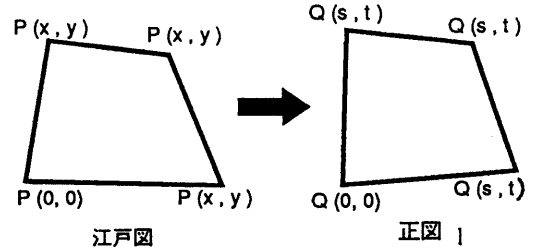


図5 街区の射影変換

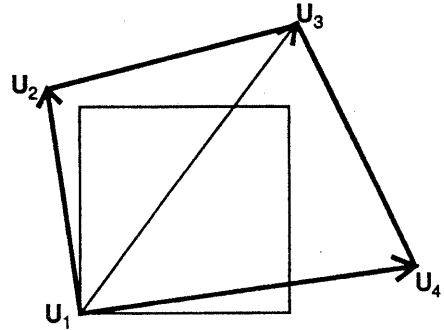


図6 街区の歪みの4辺形表現と3ベクトル表現

$$\alpha = \frac{s_3 t_4 - s_4 t_3}{x_3 y_4 - x_4 y_3} \delta$$

$$\beta = \frac{s_3 t_2 - s_2 t_3}{x_3 y_2 - x_2 y_3} \delta$$

$$\delta = \frac{(x_3 - x_4)y_2 + (x_4 - x_2)y_3 + (x_2 - x_3)y_4}{(s_3 - s_4)t_2 + (s_4 - s_2)t_3 + (s_2 - s_3)t_4}$$

式(10)の定数が決れば、江戸図街区内のすべての点を近代図上にリマップ可能となる。

4.4 歪みの表現

式(10)には江戸図の特定街区の歪みの情報がすべて含まれている。しかし歪みを定量的あるいは定性的に把握するには適当な歪み表現法が必要である。ここでは正図の単位正方形にリマップされる江戸図の形状を求め、その形状によって江戸図の歪みを表わすことにする。このためにはまず式(10)の射影変換の逆変換を求め、正図上の単位正方形へリマップされる江戸図上の形状を求める。図6のような対応づけのもとで江戸図における4辺形の頂点を求めた結果を以下に示す。

$$x_{u2} = \frac{A_2(x_4 y_2 - x_2 y_4)}{(\alpha - 1)(A_1 x_4 + A_2 y_4) - (\beta - 1)(A_1 x_2 + A_2 y_2) + A_1 A_4 - A_2 A_3}$$

$$y_{u2} = -\frac{A_1}{A_2}x_{u2} \quad (11)$$

ただし $A_2 = 0$ のときは

$$x_{u2} = 0$$

$$y_{u2} = \frac{x_2y_4 - x_4y_2}{(a-1)x_4 - (b-1)x_2 + A_4} \quad (11)'$$

$$x_{u3} = \frac{(A_4 - A_2)(x_2y_4 - x_4y_2)}{\{(\alpha-1)y_4 - (\beta-1)y_2\}(A_2 - A_4) + \{(\alpha-1)x_4 - (\beta-1)x_2\}(A_1 - A_3) + A_1A_4 - A_2A_3}$$

$$y_{u3} = \frac{(A_1 - A_3)(x_2y_4 - x_4y_2)}{\{(\alpha-1)y_4 - (\beta-1)y_2\}(A_2 - A_4) + \{(\alpha-1)x_4 - (\beta-1)x_2\}(A_1 - A_3) + A_1A_4 - A_2A_3} \quad (12)$$

$$x_{u4} = \frac{A_4(x_4y_2 - x_2y_4)}{(\alpha-1)(A_3x_4 + A_4y_4) - (\beta-1)(A_3x_2 + A_4y_2) - A_1A_4 + A_2A_3}$$

$$y_{u4} = -\frac{A_3}{A_4}x_{u4} \quad (13)$$

ただし $A_4 = 0$ のときは

$$x_{u4} = 0$$

$$y_{u4} = \frac{x_2y_4 - x_4y_2}{(a-1)x_4 - (b-1)x_2 + A_2} \quad (13)'$$

こうして得られた4辺形を用いて、歪みを定量的に表わす方法はいくつか考えられる。

(a) 図形による表現 地図のように2次元的な広がりをもつ図形では歪みをそのまま図形で表現するのが適切である。この場合には歪みをもった図面の上に本来は単位正方形となるべき街区の形状が実際にはどのような形状に描かれているかを表示することで、視覚的に非常に理解しやすい表現となる。

(b) 1つのベクトルまたは数値による表現 より単純に歪みを定量的に表わすには少数のベクトルまたは数値で表現でき、しかもそれからある程度歪みの量と方向が把握できることが望ましい。この場合には(a)よりも情報が脱落するために、正確な表現という訳にはいかない。例えば図6の3ベクトルの和や正方形の対角線の交点がどこに移動するかをベクトル表示したものが考えられる。た

だし後者は図形から得られる直感とは異なることが多い。数値としては正方形と4辺形 $U_1U_2U_3U_4$ の面積比が重要な歪みの指標になり得る。

これらの方法はすべて大街区に対してもそのまま適用できる。

4.5 歪みの算出例

式(11)~(13)によって各街区の歪みを計算し、その結果をコンピュータ上の原図に表現した。図7は図1に描かれている大街区の1つについて各街区の歪みを4.4(a)の図形で表わしたものである。単位正方形は一辺の長さを100mとし、江戸図街区の南西の頂点に4辺形の原点を一致させた。原図に描くのは、歪みの表現と歪みを有する江戸図を同時表示するほうが理解しやすいと同時に、街区が歪みに対応した形をもっており、歪みをもつ江戸図上のほうが表示に適しているためである。

(a)の寛永図はかなり歪みが大きい、(b)の寛文図ではかなりの改善が認められる。これは寛文図が測量データに基づいて描かれているためである。まだ少数の江戸図についてしか結果が得られていないが、江戸図の歪みは大街区ごとに概ね一定していると言えそうである。これは大街区の形状が決れば、各街区はその枠内でしか表現できないためであると思われる(黒川1992)。

図6の3ベクトルの和で歪みを表わすと、右上に伸びるベクトルがほぼ拡大に、左下向きのベクトルが縮小に対応するが、異なる歪みに類似のベクトルが出現するなど、不利がある。

5. おわりに

江戸図の処理にコンピュータを利用することでリマッピングなどの作業が容易になることを述べ、江戸図の歪みの表現法を提案した。導出された射影変換を用いれば、街区内の屋敷形状などを正図にリマップすることが可能になる。

本報告で述べた内容は江戸図のコンピュータ処理に関する研究の手始めになる部分であり、今後は以下のように江戸図データベースを作成し、さらにそれを核として「江戸」をハイパーメディア



図7 2種の江戸図街区の歪み (a)寛永図, (b)寛文図

化したいと考えている。

(a)江戸図データベース レイヤー構造の採用で江戸図を縦横断的に対比できることの歴史地理学的意義は大きい。本構造の江戸図に別の歴史地理学的資料、例えば等高線とその歴史的变化、街区内地割、屋敷・店・長屋割、土地利用区分、地名、屋敷主名、地主名、店名、寺名などを加えて、検索機能をもたせることにより、「誰がどこに何時から何時まで屋敷を構えていたか」などを関連江戸図とともに提示したり、江戸の大火、歴史的行列や人物の通過道筋などをシミュレートできるデータベース構築が目標である。

(b)ハイパーメディア「江戸」 地図は前掲のもの以外にも「守貞漫稿」など多くのテキスト、「江戸名所図会」、「江戸図屏風」などの絵画資料、音・音声資料、映像資料などと関連させやすい。これらの統合は(a)のような平面的で限定されたデータベースでは無理であり、マルチメディア・データベースを必要とする。ハイパーメディアはそのための1つの解と考えられる(黒川1988, 1990, Nielsen 1990)。江戸の町を埋め込んだハイパーメディアの中で、等高線データから鳥瞰図を作成したり、町並みの3次元景観を再現したり、それを体験するウォークスルーの実現なども目標となる。

本研究の一部は文部省科学研究費補助金No.0245514による。

参考文献

●江戸図

編者不詳(1632[寛永9]) 寛永御江戸絵図完(寛永江戸図)。

遠近道印(1670[寛文10]-1673) 新板江戸大絵図, 経師屋, 地図資料編纂会編(1988) 5千分の1江戸-東京市街地図集成, 柏書房。

森楓齋(1859) 分間江戸大絵図完, 須原屋, 地図資料編纂会編(1988) 5千分の1江戸-東京市街地図集成, 柏書房。

内務省地理局(1886-1889) 東京実測全図, 地図資料編纂会編(1988) 5千分の1江戸-東京市街地図集成, 柏書房。

(1895) 東京実測全図, 地図資料編纂会編(1988) 5千分の1江戸-東京市街地図集成, 柏書房。

国土地理院(1988-1990) 1:10000地形図(日本橋, 新橋, 新宿, 渋谷), 国土地理院。

●一般図書

藤森(1990) 明治の東京計画, 岩波書店。

飯田・俵(1988a) 江戸図の歴史, 築地書館。

飯田・俵編(1988b) 江戸図総覧, 「江戸図の歴史」別冊, 築地書館。

岩田(1974) 「大江戸絵図集成」解説。

河田(1976) アフィン幾何-射影幾何, 岩波講座・線型代数V, 岩波書店。

越沢(1991) 東京の都市計画, 岩波書店。

黒川(1988) 情報空間の巡航-ハイパーメディア- , Human Interface News & Report, 3, pp. 242-254。

黒川(1990) 学術情報のハイパーメディア化とヒューマン・インタフェース, 第8回学術情報センター・シンポジウム資料, pp. 1-7。

黒川(1992) 江戸図のコンピュータ処理とそれを利用した江戸図データベースの作成, 平成3年度科研費補助金研究報告書。

Manford L.(1938) 都市の文化 [生田訳(1974), 鹿島研究所出版会]。

正井(1987) 城下町東京, 原書房。

中村(1989) 「江戸之下町復元図 時代: 嘉永 縮尺: 1/2,500」編集経過報告, 国立歴史民俗博物館研究報告, 第23集, pp. 13-67。

Nielsen J.(1990) Hypertext and Hypermedia, Academic Press。

鈴木(1991) 幻の江戸百年, 筑摩書房。

玉井(1986) 江戸-失われた都市空間を読む, 平凡社。

玉井(1989) 近世前期江戸町復元地図の作成過程およびその問題点について, 国立歴史民俗博物館研究報告, 第23集, pp. 1-12。

吉田(1992) 都市の近世, 都市の時代(日本の近世9), 中央公論社, 7-32。