

## ベクトル化とリマッピングに基づく レイヤー構造江戸図データベース

黒川 隆夫<sup>†</sup> 左奈田 功<sup>††</sup>

江戸の都市地図である江戸図は都市史および歴史地理学上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。この問題点を解決する方法として、本稿では江戸図を正しい地図（正図）へリマップする手法およびレイヤー構造データベースの活用について提案する。レイヤー構造データベースを用いて江戸図を各レイヤーに描くことにより、複数の江戸図を重畳表示することができる。これにより江戸図の相互比較が容易になる。しかもこの表示法は、リマッピング作業自体をも軽減することができる。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原図上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記述、分析できる。この手法は江戸図の図法、江戸図制作者や江戸市民の都市空間感覚などの分析に有用である。さらに、このデータベースに様々なシミュレーション機能や3次元モデルなどをリンクさせることは、研究者による江戸図の分析、資料としての利用を促進させるだけでなく、一般の人々に歴史資料としての江戸図を提供するための非常に有効な方法である。

### A Layer-structured Database of City Maps of Yedo Based on Vectorization and Remapping

TAKAO KUROKAWA<sup>†</sup> and ISAO SANADA<sup>††</sup>

City maps of Yedo, or former Tokyo, are important materials for historico-geography and history of cities. It is, however, troublesome to compare their contents mutually or compare them with modern maps, because most of Yedo maps are seriously distorted in both direction and scale. This paper proposes remapping each distorted map to a correct one in a digital format and integrating them into a layer-structured database. Layered images of the maps make it easy to examine differences among maps. Projectional transformation between an original map and its corrected one is introduced in order to describe and analyze map distortion. The distortion analysis can be used to explore how people of Yedo understood the structure and organization of their city.

#### 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市街地図の総称である。長祿（1457～1460年）の年号を持つ『長祿江戸図』（江戸期の擬作とされている）から1877（明治10）年の『東京図』まで約1200種、2700余点の江戸図が知られている<sup>1)</sup>。

江戸図は歴史地理学の格好の資料であり、また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ものとして都市史の重要なデータとなっている。しかし江戸図は近代的測量によらずに制作され、図内で方位と縮尺が大きく変わっている場合が多い。この結果、研究者が複数の江戸図を比較、検討する際に困難を生じたり、江戸の街や歴史に興味を抱く人たちにも漠然とした印象しか与えなかったりする場合があるなど、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的・横断的に吟味する必要を生じるが、図ごとに上の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、相互比較が困難なことも多い。

しかし上述の歪みは個々の江戸図の特性の1つと見なすことができる。つまり歪み方を分析すれば、図法を理解したり、制作者や江戸人の都市空間感覚を積極的に検討できるなど、資料としての江戸図の活用法を拡大できると考えられる。

<sup>†</sup> 京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科先端ファイブロ科学専攻  
Division of Advanced Fibro-Science, Graduate School  
of Engineering and Science, Kyoto Institute of  
Technology

<sup>††</sup> 京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科電子情報工学専攻  
Division of Electronics and Information Science, Graduate  
School of Engineering and Science, Kyoto Institute  
of Technology

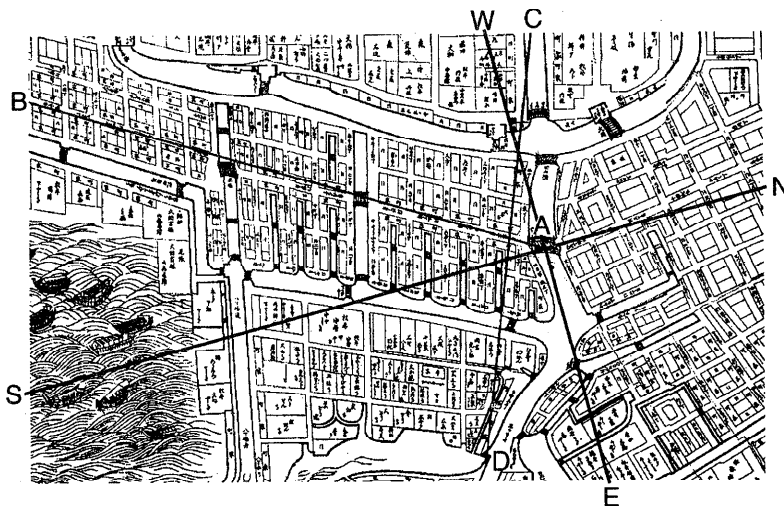


図1 江戸図の例（『武州豊嶋郡江戸庄図』の部分）

Fig. 1 An example of a city map of Yedo (part of Kanei-zu).

本研究の目的は江戸図を資料として利用しやすくする江戸図データベースの考え方と構造を提案することである。絵画的資料を対象とする場合、従来は画像データベースを作成するという発想しかなかったが、古文書のデジタル・データベース化と同様に、古地図類もデジタル化すなわちベクトル化を図ることによりコンピュータを援用でき、資料価値をいっそう高められるはずである。ここでベクトル化とは、街区、道路、河川などの地図要素を、平面上の点座標やその接続として表現することである。ただし江戸図の場合、図をベクトル化しただけでは多種の江戸図を対比するのに不十分である。しかしこの点は歪みを持つ江戸図を方位と縮尺の正しい地図へ表現し直してからデータベース化することで解決できる。すなわち、元の江戸図をベクトル化したデータ（以下、原図と呼ぶ）と正確な地図へ表現したデータ（以下、正図と呼ぶ）が得られることになり、正図間での比較によって江戸の都市構造、その他の横断的、縦断的分析が可能になる。そのためのデータベースとしてはレイヤー構造が最適である。一方、原図と正図の間で定量的な対応がとれば、江戸図の歪みを分析する道が開かれる。これに関しては地図の局所構造を街区の形状で表現し、原図と正図の間の街区形状の関係を射影変換で記述する方法を提案する。以下、2章では江戸図および江戸図の特徴について述べ、3章で江戸図の正図の必要性とそれを求める手法について説明する。4章では江戸図の歪みを、正図と原図の関係を用いて分析する手法を示し、5章で江戸図データベースの応用例と今後の課題について触れる。

## 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、

- (a) 江戸の都市地理を表現している、
- (b) 少なくとも江戸の中心部（江戸城と江戸前島部）を含む、
- (c) 都市地理を伝える目的をもつ、
- (d) 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いえる。これらを満たし、制作年代の確実なものでは、1632（寛永9）年という刊行年を記し、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）』が最も古い（図1）。多くは1枚図であるが、中には割絵図や切絵図のような区分地図も存在する。

江戸図は、江戸の都市としての発展と市街の複雑化・拡大ともなま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。たとえば、江戸城域は簡略化して江戸城を描いたり、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る。

江戸図を構成する要素は、地理情報を表現する地図要素、地名、絵師、版元、制作意図などを記すテキスト要素、そして江戸城や海に浮かぶ舟などの絵画要素に分けられる。これらはすべてデータベースでも重要な要素となるが、本稿では地図要素のうちベクトル化の対象となる街区、海、河川、掘割などに限定して扱う。

ほとんどの江戸図は縮尺の概念を持たず、方位は記

入があっても不正確であり、正確な地図表現から大きく歪んでいる。重要なことは、歪みが単に測量上の不備に由来するのではなく、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かかわっている可能性が高いことである。これは江戸人の江戸観ともある程度重複すると思われる。ある領域を一定の紙幅に収めるために、重要でない区域を变形せざるをえないが、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とらえ方が強く反映しているであろう。飯田ら<sup>1)</sup>も「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」としており、歪みを正確に評価する手法があれば、江戸図制作者と江戸人の都市空間感覚を都市史的視点より検討できるに違いない。

### 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

江戸図をベクトル化するには座標系を設定する必要がある。これは地図に方位と縮尺を導入することに等しいが、2章の条件を満たす任意の江戸図に適用可能な方法で方位と縮尺を規定しなければならない。このために筆者らはどの江戸図にも描かれ、しかも相互に離れた4点を定めて、それらを結ぶ線分の方向と長さを利用する手法を案出した。多数の江戸図を吟味した結果、定点として、(1) 日本橋、(2) 新橋、(3) 和田倉門橋、(4) 靈巖橋のそれぞれ中心を採用するのが適当と結論し、このうち日本橋の中心と新橋の中心を結ぶ線分を第1軸、和田倉門橋中心と靈巖橋中心を結ぶ線分を第2軸と呼ぶことにする。寛永図上にこれらの線分の部分を描くと、図1のABおよびCDとなる(Aは日本橋中心、Bは新橋中心、Cは和田倉門橋中心、Dは靈巖橋中心)。前述のとおり橋が写実的に描かれる場合も多いが、その場合は橋の両端位置からの作図で橋の中心を求める。

また方位と縮尺の基準として近代測量に基づいて制作された『東京実測全図』(1886~1888年)を選び、この図上にも同じ第1軸と第2軸を引いた。この地図は江戸時代の街区の特色を保存しており、公的に制作された同時代の他の図とともに参照地図として重要である。この地図を江戸図に対して近代図と呼ぶ。

上の2つの軸を用いて江戸図の方位と縮尺を定める手順は以下のとおりである。

(1) 方位 まず江戸図と近代図における2つの軸の二等分線をそれぞれ求める。次に両図の二等分線を一

致させたときの近代図の南北方向を江戸図の南北軸として採用し、これに直交する方向を江戸図の東西軸とする。寛永図で日本橋中心を通過する南北軸と東西軸を描くとそれぞれ図1のNSおよびEWが得られる。

(2) 縮尺 江戸図上の第1軸の長さを $d_{ns}$ 、第2軸の長さを $d_{ew}$ とし、さらに近代図上の2軸についても同様に軸長 $d'_{ns}$ と $d'_{ew}$ を求める。近代図の縮尺を $s'$ とすると、江戸図の第1軸方向、第2軸方向の縮尺 $s_{ns}$ と $s_{ew}$ を次式で定義する。

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

これらは長さ $d'_{ns}$ と $d'_{ew}$ について得られたものなので、これらを重みとして式(1)の $s_{ns}$ と $s_{ew}$ の荷重平均 $s$ を計算し、これを江戸図の縮尺と定義する。

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

ただし縮尺や方位を明確に定めている江戸図ではそれを採用する。また日本橋の中心を座標原点とする。以上の原点と南北軸、東西軸で決まる直交座標系を用いて江戸図をベクトル化したものが原図である。原図は元の江戸図のうち街区、河川などの輪郭データであり、テキスト要素、絵画要素の情報は含まない。

#### 3.2 リマッピング

リマッピングとは江戸図から方位と縮尺の正しい地図、すなわち正図への変換である。これを行うには江戸の都市構造とその変遷に関する大量の資料が必要である。特に江戸市街の面影を残す近代図は重要な手がかりとなる。寛永図をリマップした玉井<sup>2)</sup>は内務省制作の『五千分壺実測図』(1877年)を利用している。本研究では、近代図として3.1節にあげた『東京実測全図』のほかに、内務省地理局による『東京実測全図』(1976年)を用い、さらに歴史資料として『御府内沿革図書』などを参照している。リマッピングを自動的に行うことは不可能であり、従来は研究者が長い時間をかけた手作業によって紙上でやってきた。

しかしレイヤー構造を持つCADソフトを利用すれば非常に効率的にリマッピングが行える。まず近代図を参照して、江戸幕末期の江戸図を1つのレイヤーにベクトル化する。筆者らは『分間江戸大絵図完(安政図)』(1859年)を採用し、1:10000の正確な地図をCADシステム上に作成した。このレイヤーの上に別の透過性レイヤーを重ね、そこに目的とする江戸図の正図を描く。この作業環境においては、地理的形状が安政図と等しい街区や河川に対してコピー/ペーストが利用でき、安政図と形状を異にする街区も安政図からコピーしたものを变形するだけでよく、リマッピ

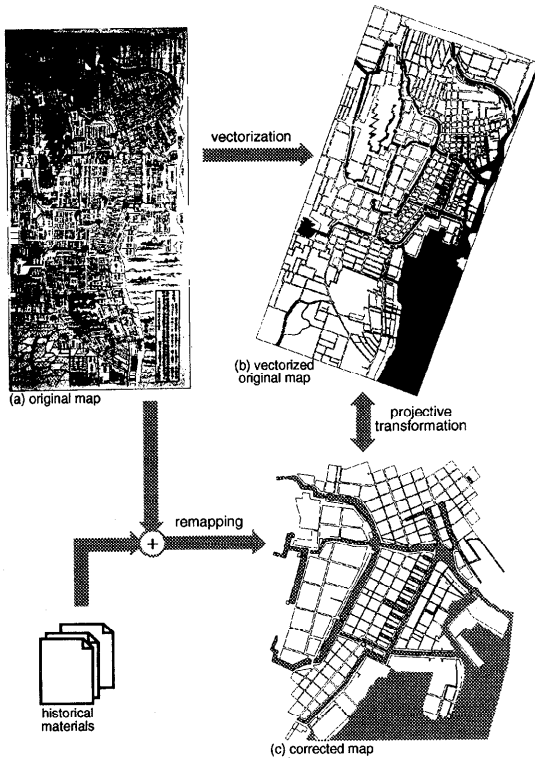


図2 江戸図のベクトル化とリマッピング (明暦図の例)  
 Fig. 2 Vectorization and remapping of a city map of Yedo (in the case of Meireki-zu).

ングの時間が大幅に短縮可能となった。またスクロール機能とズーム機能による縮尺変更も非常に有用であった。

図2は江戸初期の『新添江戸之図 (明暦図)』(1657年)を例として元の江戸図(a)と原図(b)、正図(c)の関係を描いたものである。原図は3.1節で求めた南北軸が垂直となるように表した。(c)の正図は明暦図の一部であるが、(b)と比べれば、明暦図が南北方向に長く引き伸ばされていることが分かる。

3.3 江戸図データベース

江戸図と、それからベクトル化、リマッピングによって得られる原図、正図を主要素とする江戸図データベースの構造を検討する。このうち元の江戸図は画像データとなるが、面積の大きい江戸図を限られた容量に収めると、画像表示から細部を読み取ることは難しく、全体の雰囲気をつかむことにしか役立たない。そこでこれに加えて、江戸図の個々の絵画要素とテキスト要素を独立に画像データ化して原図と正図の対応座標にリンクし、絵画内容や位置から検索して詳細表示できるようにすることも必要である。

原図と正図はリマッピングで利用したと同様の重畳

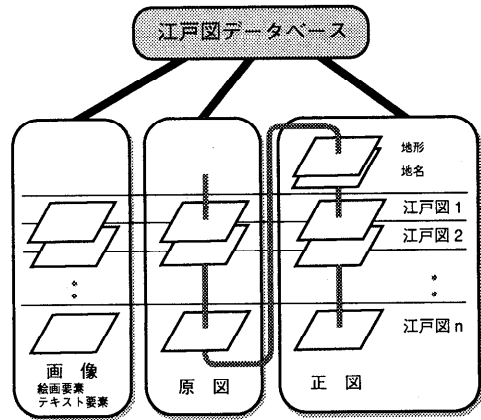


図3 江戸図のデータベースの基本構造  
 Fig. 3 Basic structure of a database of city maps of Yedo.

表示可能なレイヤーに格納する。すべてのレイヤーには共通の座標を持たせ、任意のレイヤーだけを選択して表示できれば、江戸図相互あるいは原図と正図の比較が可能になる。さらに代表的な年代の地形と地名をそれぞれ独立したレイヤーに収めれば、地形と地名の変遷も表示可能となる。

以上の考察に基づき、江戸図データベースには図3に示すレイヤー構造が最適であるとの結論を得た。さらに原図と正図についていえば、リマッピングで活用した縮尺変更(ズーム)機能、スクロール機能は不可欠であり、各レイヤーを異なる色で表示する機能も重畳表示の際に必要となる。

筆者らは江戸図データベースのプロトタイプをCADソフトであるClariscAD™を用いてMacintoshコンピュータ上で制作し、必要なデータと機能の評価を行った。図化したのは日本橋を中心に南北15km、東西15kmの範囲である。基準縮尺を1:10000とし、1:2500まで拡大できるようにした。

正図の表示例を図4に示す。(a)は安政図のみの表示である。(b)と(c)はそれぞれ江戸建設前の地形と明暦図、寛永図と安政図を重畳表示したものである。図はカラーではないが、2つの江戸図の相違を明確に把握することができる。ただし、重畳させる江戸図を増やすと識別は徐々に困難となるので、3図程度の重畳が限度と考えられる。この問題はマルチ画面を採用すればある程度解決できよう。

4. 江戸図の歪みの記述

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きたが、研究者の多くは視覚的観察に頼って定性的に記述するしか

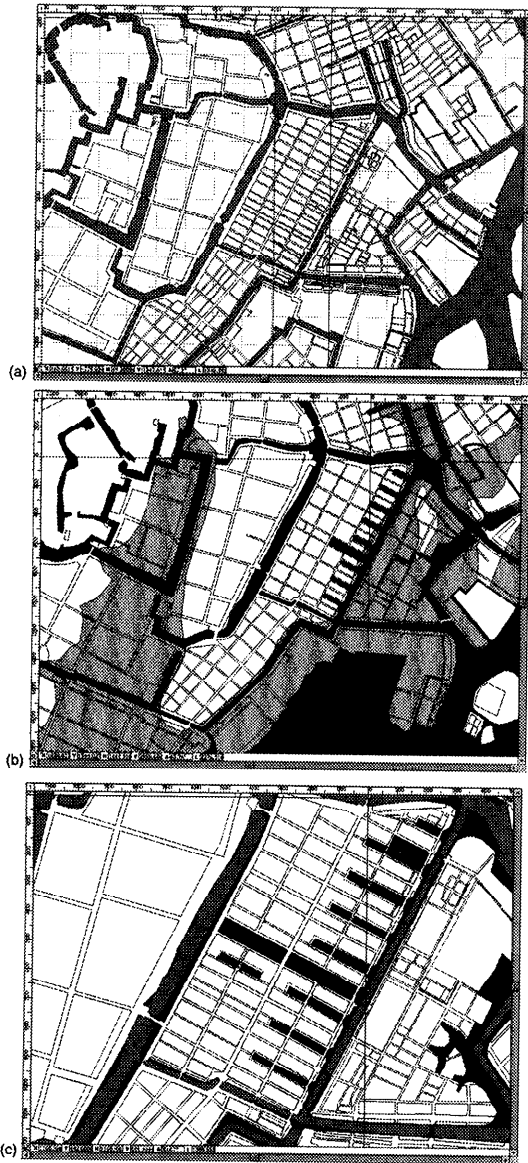


図4 江戸図データベースの表示例。(a) 安政図の部分、(b) 中世末の江戸地形と明暦図の重畳表示、(c) 寛永図と安政図の重畳表示

Fig. 4 Examples of images of the database. (a) image of part of Ansei-ku, (b) layered image of landform of the late medieval Yedo and Meireki-ku, (c) layered image of Kanei-ku and Ansei-ku.

方法がなかった。江戸図上の異なる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が<sup>3)</sup>、この方法は飯田<sup>1)</sup>も指摘しているとおり、歪み度が同一であっても歪みの様子が異なる図がありうるので適切ではない。

玉井ら一部の研究者が少数の江戸図をリマップする研究に取り組んできたが<sup>2),4),5)</sup>、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、多数の江戸図を比較検討するには限界があり、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

3章で導入したリマッピングは江戸図の歪みを解消する過程であり、原図と正図を関係づけることはそのまま江戸図の歪みを扱うことにつながる。ここでは江戸図のリマッピングと歪みの表現を関連させるために射影幾何学的方法を利用する。

射影幾何学の成り立つ射影平面間の変換である射影変換は、透視変換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持つ。また射影変換の基本定理によれば、2枚の射影平面 $\pi$ と $\mu$ を考えるとき、 $\pi$ 上の相異なる4点 $A, B, C, D$ をそれぞれ $\mu$ 上の相異なる4点 $P, Q, R, S$ に移す $\pi$ から $\mu$ への射影変換がただ1つ存在する<sup>6)</sup>。

この事実をリマッピングに適用すると、江戸図上の4点を正図上の4点に移す射影変換がただ1つ決まることになる。特に4点を四角形街区の頂点と考えれば、原図における1つの街区の形状を正図の対応する街区の形状に移す射影変換が決まるわけで、得られた射影変換が歪みを記述すると見なせる。

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、平行四角形を平行四角形に移すアフィン変換は江戸図のリマッピング表現するには自由度が小さすぎる。

#### 4.3 街区

一般に街区は道路や河川、海岸により囲まれた区画を意味するが、江戸図上の道路などに囲まれた部分に対しても街区の名称を用いる。特に直線状の道路に囲まれた多角形街区は四角形であることが多く、4.2節の射影変換を直接に適用できる。

四角形でない街区に関しては2種類の手法により、街区を代表する4点、換言すれば四角形を定義する。この四角形を射影四角形と呼ぶことにする。図5は射影四角形の定義法をまとめたものである。まず、三角形街区では三角形の重心を加えて4点とする。そして正図上でこの三角形の最長辺を選び、それを迂回する辺を持つ凹四角形を射影四角形と定義する。また $n$ 角形( $n \geq 5$ )については、正図の街区頂点4個によって定まる四角形のうち、面積が最大となるものを射影四角形とし、原図上でも対応する四角形を選ぶ。

街区は江戸図の局所構造を表現すると見なせるが、さらに大域的な歪みを表すために、より広域の構造を扱うことも必要である。そこで、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

n	街区形状と射影4 辺形	備考
3		点Dは江戸図における重心
4		
5		射影4 辺形は正図で面積最大となるように選ぶ
6		射影4 辺形は正図で面積最大となるように選ぶ

図 5 街区表現のための射影 4 辺形

Fig. 5 Projective quadrilaterals of representing blocks.

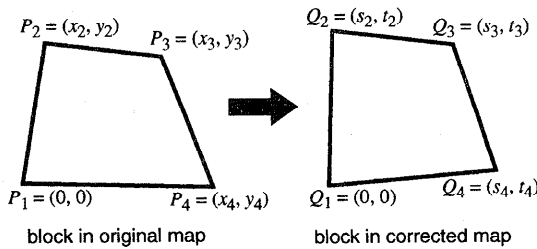


図 6 原図から正図への街区の射影変換

Fig. 6 Projective transformation of a block from an original map to a corrected one.

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が明確で自然な大街区の境界となる<sup>7)</sup>。

大街区についても射影変換を適用できるように、射影四辺形をおおむ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、その場合には曲率の大きい凹凸点を頂点と見なす。

4.4 射影変換の導出

図 6 に示す江戸図原図の街区  $P_1P_2P_3P_4$  からそれに対応する同一縮尺の正図の街区  $Q_1Q_2Q_3Q_4$  への射影変換を考える ( $P_i$  に  $Q_i$  ( $i = 1, \dots, 4$ ) が対応)。なお簡単のため街区ごとに局所座標系を導入し、 $P_1$  と

$Q_1$  はともに原点  $(0, 0)$  とする。

一般に、ある射影平面上の斉次座標  $[x, y, 1]$  (ただし式中では縦表記を使う。ベクトルについても同じ) から斉次座標  $[s, t, 1]$  への射影変換  $P$  は

$$\begin{bmatrix} s \\ t \\ 1 \end{bmatrix} = \frac{1}{\Delta} \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \Delta \neq 0, \tag{3}$$

で与えられる。斉次座標のうち 1 を除いたものを Euclid 平面的ベクトルと見なせば、式 (3) は  $P_1 = Q_1 = (0, 0)$  であるから、

$$\begin{pmatrix} s \\ t \end{pmatrix} = \frac{1}{\Delta} \begin{pmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}, \quad \Delta \neq 0, \tag{4}$$

と書き換えられる。図 6 の  $P_i$  と  $Q_i$  ( $i = 2, 3, 4$ ) について、式 (4) の要素を求めると以下ようになる。ただし、 $P_i = (x_i, y_i)$ ,  $Q_i = (s_i, t_i)$ 。

$$\begin{pmatrix} s \\ t \end{pmatrix} = \frac{1}{\Delta} \begin{pmatrix} \alpha s_2 y_4 - \beta s_4 y_2 & -(\alpha s_2 x_4 - \beta s_4 x_2) \\ \alpha t_2 y_4 - \beta t_4 y_2 & -(\alpha t_2 x_4 - \beta t_4 x_2) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix},$$

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

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

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

$$\delta = \frac{(x_3 - x_4) y_2 + (x_4 - x_2) y_3 + (x_2 - x_3) y_4}{(s_3 - s_4) t_2 + (s_4 - s_2) t_3 + (s_2 - s_3) t_4}. \tag{5}$$

式 (5) の定数が決まれば、江戸図原図の 1 つの街区に含まれるすべての点  $(x, y)$  を正図上に  $(s, t)$  としてリマップできる。式 (5) は江戸図原図の特定街区に関する歪みの情報を含んでいるが、これから歪みを直感的に把握することは困難であり、歪みを定量的あるいは定性的に把握するには別の歪み表現法を導く必要がある。ここでは歪みを視覚的に表現するために正図の街区内の単位正方形にリマップされる原図の形状を求め、その形状によって江戸図の歪みを表す方法を考える。それにはまず式 (5) の逆変換を求め、次に正図の各街区内の単位正方形へリマップされる江戸図原図上の四辺形を街区ごとに描けばよい<sup>7)</sup>。この四辺形は、本来は単位正方形となるべき街区の部分が実際にはどのような形状に描かれているかを表しており、視覚的に非常に理解しやすい。

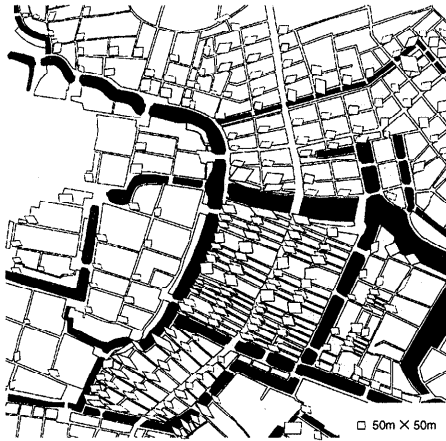


図7 元禄図における街区の歪み

Fig. 7 Block distortion in Genroku-zu.

#### 4.5 元禄図の歪み分析への応用

前節の方法を利用して『江戸図正方鑑（元禄図）』（1693年）の歪み分析を試みた。図7は原図の各街区ごとに式(5)の逆変換によって求めた四辺形を描き、元禄図の各部分がどのように歪んでいるかを表したものである。四辺形の導出にあたっては正図における各街区の西南方向の頂点を原点と定め、そこに西南頂点が一致する1辺50mの正方形を想定した。したがって、各四辺形は正図におけるこの正方形に相当する。いずれも平行四辺形に近く、しかも大街区内で比較的類似度が高い<sup>8)</sup>。このことは各大街区が方向性を持って伸縮されたことを意味しており、元禄図が決してでたらめな描き方になっていないことの表れである。前節の射影変換より得られる歪みの方向とその度合い、面積歪み量を分析した結果、(1)全体として東西に引き伸ばされている、(2)大街区ごとに歪みはほぼ一定している、(3)河川と掘割は実際より相当太く描かれ、その影響か河川・掘割沿いの街区の多くは縮小されている、(4)概して町人地は東西に伸ばされ面積も拡大されているのに対して、武家地の面積は正図に近い縮小されている、ことが判明した。

幅広く描かれた河川などは当時それが越え難い障害物、また街区を遠く隔てるものとして制作者に認識されていたことを示すのではないだろうか。(4)は街区の小さい町人地に比べて広大な武家地の面積を小さく描いても十分に役立つためと判断できるが、このことは逆に武家地よりも町人地の表現に重点を置いたことを意味する。元禄図の主目的が道案内であったとすれば、元禄図は主に町人や地方から出てきた商人たちが町人地で役立てることを前提として作られたと考え

られる。元禄期の江戸では町人文化が華開き、商業の発展と都市の繁栄によって経済力を蓄えた町人階層が文化の興隆を支える役割を果たしていた。上の分析結果は元禄期の文化的特徴とも一致しており、元禄図は町人に江戸の地理情報を提供する地図であったと推測できる。

### 5. 江戸図データベースの応用と今後の課題

#### 5.1 江戸図上のシミュレーション

江戸図データベースは3.3節で述べたような江戸図間の比較検討といった研究目的、また4.5節で例をあげたような江戸図の歪み分析に用いることができる。他、地図の特性を活用した各種のシミュレーションに利用できる。ここでは筆者らが試みた明暦大火のシミュレーションを紹介する。

この火事は1657（明暦3）年1月18日に発生し、約2日間にわたって燃えて、江戸のほとんどを焦土に変えた。シミュレーションには明暦図の正図を利用した。資料を参考に、短時間ごとに類焼中の街区と鎮火した街区を異なる色で表現し、それらを利用者の目的に応じた各種のアニメーションとして動的に表示する方法を用いた。しかし詳しい資料によっても約4~6時間ごとの類焼場所しか分からず、アニメーションには向かないので、前後の状況と当時の風向きを参考にして2時間単位で火災状況を示す地図を作成した。図8はアニメーションの一部である。火災の過程を追跡する際に類焼地の町名は大いに参考となったが、町名のない武家地では類焼街区が不明の場合が多く、火災全体の流れのなかで決定せざるをえない部分があった。

このほかにも、江戸図を利用するシミュレーションとして、都市の発展、植生や土地利用の変化、人口変化、災害の経過と復興過程などが考えられる。

#### 5.2 江戸の町並のモデリング

町並景観のモデル化は地図とは直接関係しないが、両者を関連づけることはきわめて自然である。江戸図データベースの場合、地図と景観モデルをリンクして、地図から各所の景観を呼び出せるようにすれば興味深い使い方ができる。

例として江戸時代初期の歴史的景観を知るための数少ない資料の1つである『江戸名所図屏風』を基に、寛永期の京橋から新橋に至る町並を3次元モデルで表現した。図9は京橋側から眺めたありさまであるが、街路と上空は現在の街並みから予想される以上に広い。これは『江戸名所図会』に描かれた江戸末期の市街と相通じるところがあり、『図会』の描写が決して虚構ではないことがうかがえる。モデルが3次元であること

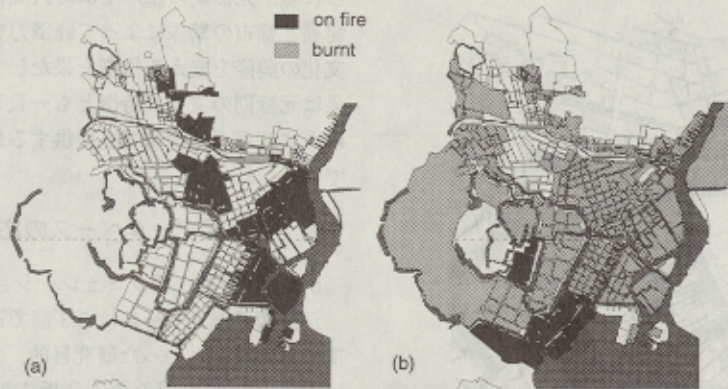


図8 明暦大火のシミュレーション。(a) 1657年1月18日4時頃、(b) 同19日10時頃  
 Fig. 8 Simulation of Big Fire of Meireki. (a) at about 4:00 on Jan. 18, (b) at about 10:00 on Jan. 19, 1657.



図9 明暦時代の市街景観のモデル  
 Fig. 9 Street scene of Edo in the Meireki era.

を利用して、市街をウォークスルーすることも可能である。正図の一部として図3には地形データを含めたが、等高線と広大な街並みモデルを組み合わせれば鳥瞰図を表示することもできよう。

### 5.3 今後の課題

江戸図データベースは完成したわけではなく、本稿では基本的な考え方と構造の提案にとどまらざるをえなかった。データベース構築システムと実際に構築について解決すべき課題が少なくない。

主要な江戸図だけでも数十点をあげられるが、少数の研究者がデータ入力を行うには膨大すぎ、研究者多数が分担してデータを作成し、それを共有することが望ましい。このためにはデータベース構築システムの移植性が高く、データ・フォーマットが標準化されている必要がある。現在、国土地理院で規格化されている“空間データ基盤”に合わせて、システムを再構築

中である。完成すれば、明治期以降の地図をデータ化し、さらに現在の地理情報システムとデータ交換することも考えられる。

江戸図のデータを入力するには、江戸図を入手する必要がある。近年、江戸図の復刻出版が増えたが、江戸図全体からみればわずかであり、データベース充実のためには研究者によるデータ入手が不可欠である。また正図をだれが作成するかも重要な問題である。多数の資料を参考として厳密に江戸の街区を決定していく作業は容易ではなく、これにも研究者の支援が必要である。

地図はテキスト、絵画、写真、音声・音と関連させやすい。これらを統合すれば、江戸に関する情報をマルチメディア的に埋め込んだデータベースが構築できる。これには図3の構造を保存しつつハイパーメディアに発展させるのが適当であろう。

データベースの機能としてはすでにあげたもの以外に、地名から江戸図上の位置を検索する機能、5.1節で述べたようなアニメーションを表示できるスライドショー機能、鳥瞰図や3次元景観を作成する機能、使いやすいインタフェース機能などが求められる。

## 6. おわりに

多数の江戸図をデジタル化(ベクトル化)して、多面的に利用できるデータベースを構築する方法を提案した。データベースの本来の目的は多数の江戸図の相違や時代変化を知り、歴史地理学あるいは歴史学の研究に活用することであり、これにはすべての江戸図を同一の方位と縮尺で重畳表示できるレイヤー構造機能が有用であることを示した。また実際にデータ化した江戸図を利用して、歪みの分析や大火のシミュレー



ションが行えることを示した。

実用に耐えうる江戸図データベースの作成には資料の収集と、都市史や歴史地理学といった研究者の関与が不可欠であり、残された課題は多い。

謝辞 本研究の一部を担当された萩田（阪本）綾子、石崎正則、両君に謝意を表する。なお本研究の一部は文部省科学研究費補助金 No.0245514 および No.10111211 によった。

### 参 考 文 献

- 1) 飯田龍二、俵 元昭：江戸図の歴史，築地書館（1988）。
- 2) 玉井哲雄：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（1989）。
- 3) 岩田豊樹：『大江戸絵図集成』解説（1974）。
- 4) 正井泰夫：城下町東京，原書房（1987）。
- 5) 中村静夫：「江戸之下町復元図」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（1989）。
- 6) 河田敬義：アフィン幾何・射影幾何，岩波講座・線型代数 V，岩波書店（1976）。
- 7) 黒川隆夫：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（1992）。
- 8) 黒川隆夫：江戸図データベースの作成と今後の課題，公開シンポジウム「人文科学とデータベース」論文集，pp.11-22（1996）。

（平成 10 年 9 月 7 日受付）

（平成 11 年 1 月 8 日採録）



黒川 隆夫（正会員）

1966 年大阪大学基礎工学部制御工学科卒業。1971 年同大学大学院基礎工学研究科博士課程修了。工学博士。同年同大学基礎工学部助手。京都工芸繊維大学工学部助教授、教授等を経て、1998 年同大学大学院工芸科学研究科先端ファイプロ科学専攻教授。また 1996 年同大学地域共同研究センター長に併任。この間、適応制御系、生体工学等の研究に従事。現在は認知工学、メディア工学、ヒューマンインタフェースが主テーマ。著書「ノンバーバルインタフェース」（オーム社）等。電子情報通信学会、計測自動制御学会、ヒューマンインタフェース学会、日本人間工学会、映像情報メディア学会、IEEE、ACM 等会員。



左奈田 功

1997 年京都工芸繊維大学工学部電子情報工学科卒業。同年同大学大学院博士前期課程進学、現在に至る。江戸図のコンピュータ処理に関する研究に従事。