

## 『御府内沿革図書』を用いた『江戸名所図会』の写実性の検証

中谷 譲 黒川 隆夫

京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科

1834 (天保 5) 年に出版された挿絵入りの江戸名所案内である『江戸名所図会』は、当時の江戸の景観を知るには格好の史料である。しかし、『江戸名所図会』の挿絵は、幾何学的遠近法によるリアリティと地誌的な説明を両立させるため、方位、街区、建物の形状や規模に作者の演出的な操作が加えられており、その写実性には疑問もたれてきた。従来の『江戸名所図会』の研究では、江戸図などの資料と比較して分析を行っていたが、主要な比較対象である江戸図にも歪みが含まれているという難点があった。本研究では、著者らが構築してきた、正しい方位・尺度の江戸図を収めた江戸図データベースを活用し、『江戸名所図会』の景観の写実性を検証する 1 つの方法を提案する。景観と対比する対象としてデータベース内の『御府内沿革図書』を採用し、両者間に透視変換が成立する度合いによって写実性を判定する。

## Verification of reality of “Yedo Meisho Zue” using database of “Gofunai Enkaku Zusho”

Yuzuru Nakatani and Takao Kurokawa

Graduate School of Engineering and Design, Kyoto Institute of Technology

“Yedo Meisho Zue” is a guidebook published in 1834, which includes illustrations of famous places in Capital Yedo of the Yedo Era. The illustrations have been known as good materials for learning of the time. They compared “Yedo Meisho Zue” with maps of Yedo at the time. But there have been difficulties in the methodology such that the comparison was done visually and that the maps of Yedo were distorted in geographical orientation and map scale. This paper proposes a new method to compare scenery illustration with maps of Yedo. For this paper we take advantage of the database of maps of Yedo built by the authors and their colleagues. Especially we use “Gofunai Enkaku Zusho” in the database and judge the realism according to extent of applicability of perspective transformation between the two.

### 1. はじめに

『江戸名所図会』は、斎藤幸雄、幸孝、幸成の 3 代が編纂した挿絵入りの江戸名所案内である。絵師は、長谷川雪旦とその子の雪堤であった。1834(天保 5)年と 1836(天保 7)年に 2 回にわたって全 7 巻が刊行され、その中には江戸とその周辺を含む 656 景の挿絵が収録されている。

『江戸名所図会』は当時の景観や風俗を知る上で格好の史料であり、様々な研究に利用され

ている。千葉によると、『江戸名所図会』の一枚一枚の挿絵は演出と技術的限界の結果であって、写真ほどのリアリティは保証されていない<sup>1)</sup>。従来の『江戸名所図会』の研究では、比較史料として江戸の都市地図である江戸図などの資料を用いている<sup>1)</sup>。しかしながら、江戸図にも歪みが含まれており、正確な検証であると言うには困難があった。『江戸名所図会』を資料として活用するためには、『図会』の構図の特徴を把握しておく必要がある。

本論文では、『江戸名所図会』と江戸図を対比して『図会』の景観図の写実性の分析をするという従来行われてきた方針は崩さず、両者の対比を定量的に行う手法を提案する。従って描かれている建物や風俗などの写実性は対象ではない。『図会』と地図を比較する場合、地図が定量的に信頼できるものでないと前述のように致命的となる。本研究では、この目的のために、先に提案した江戸図データベース<sup>2)</sup>を採用する。江戸図データベースは、本来江戸図の部分ごとに縮尺と方向に大きい歪みがあったために、多数の江戸図を相互比較することが困難であったのを、リマッピングと呼ぶ手法によりすべての図を正しい縮尺と方向に統一してデータベース化したものである。さらにこのデータベースに、幕府が編纂した精度の高い街区・屋敷割の区分地図と言える『御府内沿革図書』を加えて、江戸時代の初期を除く全時期での街区の変化の追跡を可能にした<sup>3)</sup>。本稿では、この『図書』から『図会』の景観図が描かれた時期に対応す

るものを選んで比較対象とする。『図会』と『図書』は透視変換によって、両者がどの程度の対応関係にあるかを調べる。両者が透視変換で完全に一致する場合は、『図会』は完全に写実的であると言える。従って両者間の誤差が写実性の度合いを示す重要な指標となる。本稿では、この手法について述べるとともに、『図会』から選択した景観図にこの手法を適用し、本法が有効であることを示す。

まず、透視変換のモデルを構築し、任意の視点から見たときの街区を投影面に映す。そして、投影面に映った街区と『江戸名所図会』とを比較し、最適化を行うことで『江戸名所図会』の視点を推定する。推定した視点から見たときに投影面に映った街区を『江戸名所図会』の写実性検証の際の比較資料として用いる。

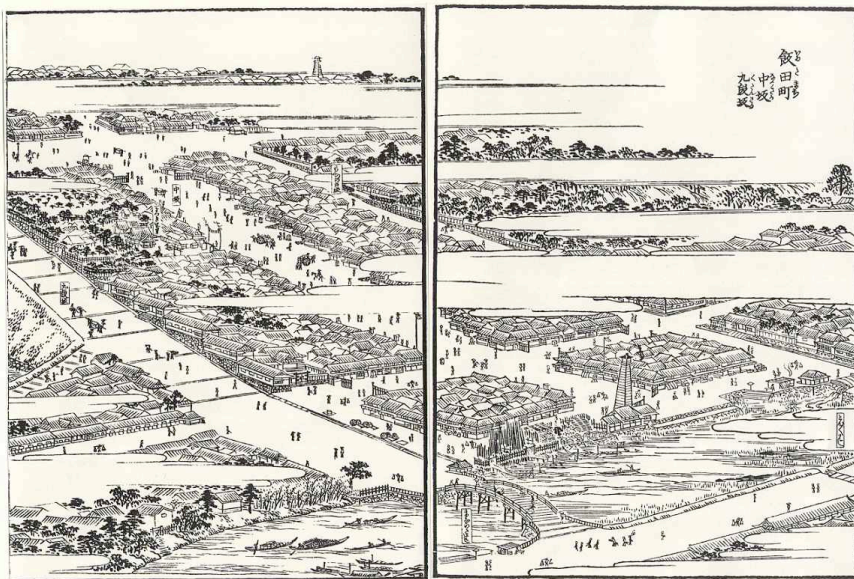


図1 『江戸名所図会』の例「飯田町 中坂 九段坂」

## 2. 江戸図データベースと『御府内沿革図書』

『江戸名所図会』と比較を行う江戸図は、『江戸名所図会』の制作年代に近く、正確な内容をもつものが必要である。本稿では、前章で述べたように江戸図データベース内の『御府内沿革図書』の中で、『江戸名所図会』の挿絵が描かれたと思われる文化・文政期(1804年～1830年)の期間の地図を使用した。『御府内沿革図書』は街区以外に屋敷割や居住者の氏名なども収録されている。図2に『御府内沿革図書』における1818年の地図を示す。

## 3. 『江戸名所図会』と『御府内沿革図書』の比較

### 3.1 方針

1章で触れたように、本研究では『御府内沿革図書』の地図(簡単のために以下では江戸図と呼ぶ)と『江戸名所図会』の景観図を透視変換によって関係づける。

このためにはいくつかの仮定が必要である。景観図の作者(以下絵師と呼ぶ)は種々の高さ、画角で図を描いているが、そのほとんどが想像の産物と見なせる。この時絵師の視点は1点とし、透視変換によって江戸の街区が図面(投影面)に写されるものとする。また、研究のこの時点では簡単のために、図面は垂直と仮定す

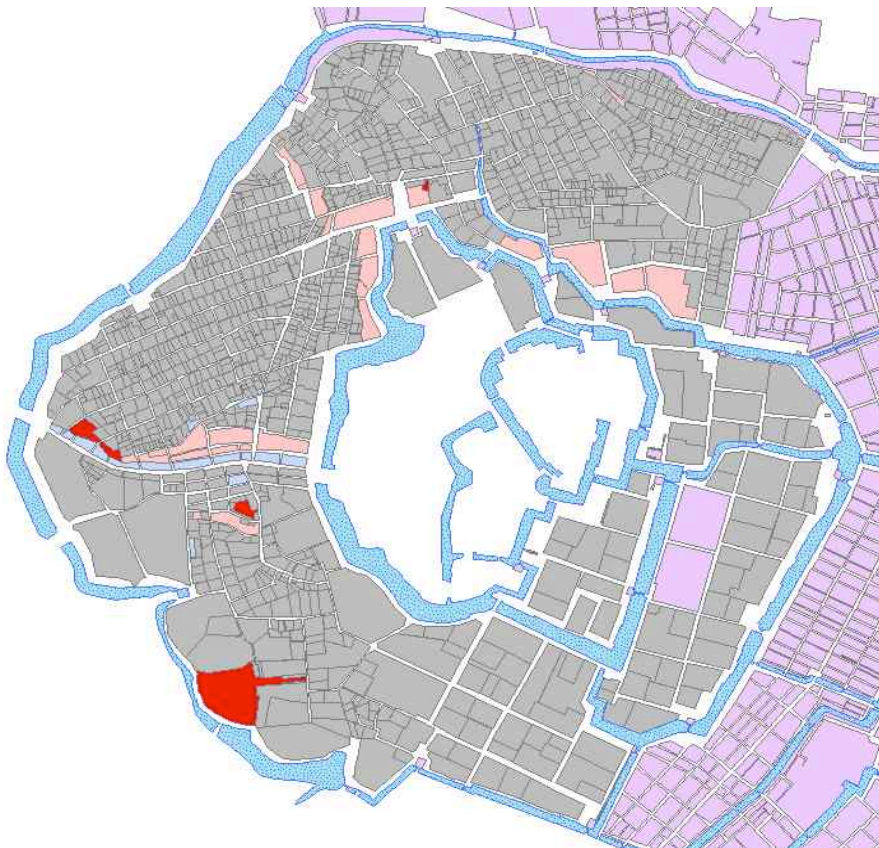


図2 1818年の地図

る. すなわち, 視点と図面, 地図の関係は, 図 3 のように表されるものとする.

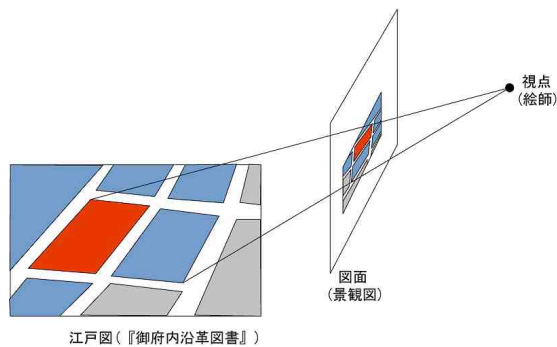


図 3 絵師の視点, 図面, 地図の関係(透視変換)

しかし, 図 3 の図面上の街区は実際に描かれた景観図とは一致しない. これは, 絵師が図 3 の視点に位置したことが無く, 想像図であるためである. そこで上述の仮定の下で, 図面の街区が景観図のそれに可能な限り一致するように視点と視点の方向, 図面と視点の距離を求め, そのときの図面の街区図を正しい景観図と見なすことにする. 『図会』の景観図が完全に写実的であれば, これは正しい景観図に一致する筈である. 両者が一致しない場合には, 両者間に適当な誤差を定義することによって, それを写実性の尺度として使うことができる.

### 3.1 正しい景観図を求めるアルゴリズム

まず, 図 3 の透視変換を記述するために必要なパラメータを次のように定義する.

- ・ 絵師の視点  $C(\alpha, \beta, \gamma)$
- ・ 視点と図面の距離  $d$
- ・ 視点の方向  $\theta$

江戸図データベースでは, 日本橋を中心とした X-Y-Z 座標で街区を作成している. パラメータである視点の方向  $\theta$  は, Y 軸とのなす角度を

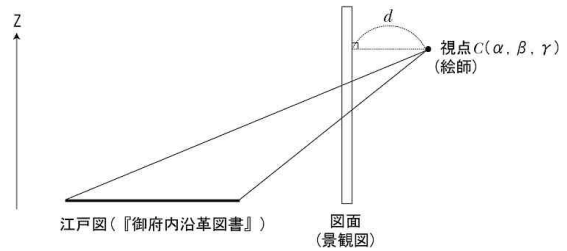


図 4 パラメータ  $d$  について

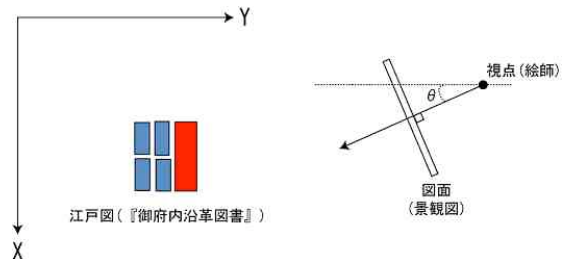


図 5 パラメータ  $\theta$  について

適用した. それぞれのパラメータについて図 4, 5 に示す.

江戸図データベースの任意街区頂点の 1 つである  $V_i$  を,  $V_i = (x_i, y_i, 0)$  で表す. このとき, 透視変換によって  $V_i$  が図面上の街区頂点  $Q_i = (x'_i, y'_i)$  に投影されるものとする

$$\left. \begin{aligned} x'_i &= \frac{d\{(x_i - \alpha)\cos\theta - (y_i - \beta)\sin\theta\}}{(y_i - \beta)\cos\theta + (x_i - \alpha)\sin\theta} \\ y'_i &= \frac{d\gamma}{(y_i - \beta)\cos\theta + (x_i - \alpha)\sin\theta} \end{aligned} \right\} (1)$$

が得られる.

『江戸名所図会』から選んだ景観図と江戸図で対応関係が明確な街区頂点をいくつか選び, それを透視変換を決定するためのサンプル点とする. そして図面上に投影されたサンプル点と景観図上のサンプル点の誤差が最小になるように透視変換のパラメータの組  $S(C, d, \theta)$  を求める. 式(1)の複雑さからこれらを解析的に求めることは不可能であるので, 繰り返し計算による解法を採用した.

実際には, 適当な解の初期値  $S^{(0)}$  から始め,

現在の解  $S^{(k)}$  から目的関数  $f$  の勾配の逆方向  $-\nabla f(S^{(k)})$  に沿って次の解を求める最急降下法を用いた。なお、目的関数  $f$  として、図面上の街区座標を  $(x'_n, y'_n)$ 、それに対応する景観図上の街区頂点を  $(xe_n, ye_n)$  で表し、両者の誤差の和

$$f = \sum_{k=1}^n \sqrt{(x'_n - xe_n)^2 + (y'_n - ye_n)^2}$$

を用いた。このとき解  $S$  を求めるアルゴリズムは以下のようなになる。

Step1 : 初期値  $S^{(0)}(\alpha^{(0)}, \beta^{(0)}, \gamma^{(0)}, d^{(0)}, \theta^{(0)})$  を選び、 $k:=0$  とする。

Step2 :  $\|\nabla f(S^{(k)})\| < \varepsilon_1$

かつ

$$f < \varepsilon_2$$

( $\varepsilon_1, \varepsilon_2$  は十分小さい正数) が満たされた時、計算を終了する。そうでなければ、

$$\mathbf{d}^{(k)} := -\nabla f(S^{(k)}) \text{ とおいて Step3 へ。}$$

Step3 : 次の解

$$S^{(k+1)}(\alpha^{(k+1)}, \beta^{(k+1)}, \gamma^{(k+1)}, d^{(k+1)}, \theta^{(k+1)}) = S^{(k)}(\alpha^{(k)}, \beta^{(k)}, \gamma^{(k)}, d^{(k)}, \theta^{(k)}) + A\mathbf{d}^{(k)}$$

( $A$ : ステップ幅)

を求め、 $k:=k+1$  とおいて Step2 へ戻る。

この反復計算を Step2 の条件が満たされるようになるまで続ける。このアルゴリズムで得られる解を  $S^*$  と表す。

一般に  $f$  は単峰性でないため、相互に離れた複数の初期解よりアルゴリズムを適用し、得られる解のうちで  $f$  の値を最小にする解を採用することにした。

### 3.3 アルゴリズムの検証

3.2 で求めたアルゴリズムが実際に正しく働くことを確認するために、『図書』と視点を適当に仮定して、透視変換で正しい景観図を作成し、種々のパラメータ初期値から出発して、このアルゴリズムによって正しい景観図と一致度の高い景観図が求められるか否かを調べた。

最も  $f$  の値を最小にした初期値と予め作成した正しい景観図を図 6(a) に示す。サンプル点は図のように 8 点とった。図 6(b) は、3.2 のアルゴリズムによって求めた景観図である。アルゴリズムの収束条件として、3 次元視点位置については

$$C(\alpha, \beta, \gamma) = (-289.190, -31.463, 5.936)$$

視点と景観図の距離は  $d = 0.0217$ 、視点方向については  $\theta = 3.130$  (rad) を採用した。

正しい景観図とアルゴリズム適用後の景観図の誤差  $f$  は、 $f = 0.39984$  (m) であった。これから 1 サンプルあたりの誤差を求めると  $f/8 = 4.998$  (cm) となり、十分小さい値であると言える。

またアルゴリズム適用後のパラメータは

$$C(\alpha, \beta, \gamma) = (-289.143, -31.503, 5.972),$$

$d = 0.0218$ ,  $\theta = 3.13$  (rad) となり、正しい景観図に近い値となっている。このことから 3.2 のアルゴリズムが正しく働くことを確認できた。

## 4. 平川天満宮の写実性検証

図 7 は、『江戸名所図会』に収録されている平川天満宮の挿絵と、『御府内沿革図書』における平川天満宮である。『御府内沿革図書』内で特定可能なサンプルを図 7(サンプル点を '●' で示す。番号が同じサンプル点是对應するサンプル点である。)のように平川天満宮の頂点を中心に 7 点とった。このようにサンプル点をとったのは、平川天満宮の敷地(形状・大きさ)



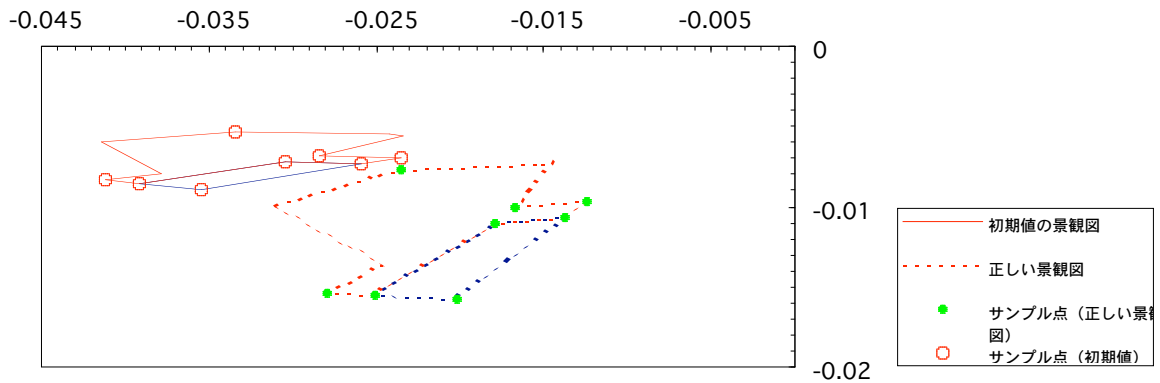


図 6 (a) 正しい景観図と初期値の景観図

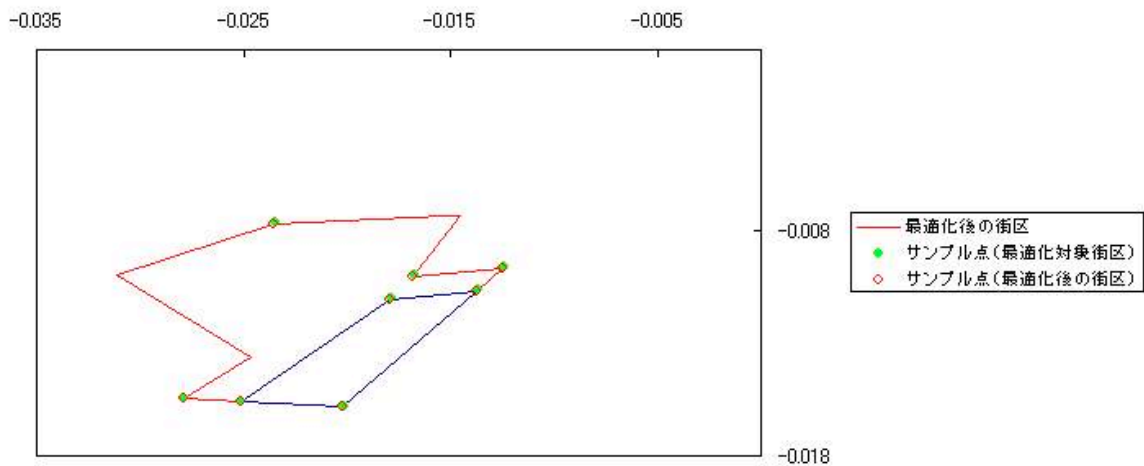


図 6(b) アルゴリズムによって求めた景観図

について検討するためである.原寸大の『江戸名所図会』をスキャナを用いてコンピュータに取り込み(解像度は 200dpi), デジタイザを用いて平川天満宮のサンプル点の座標を読み取った.

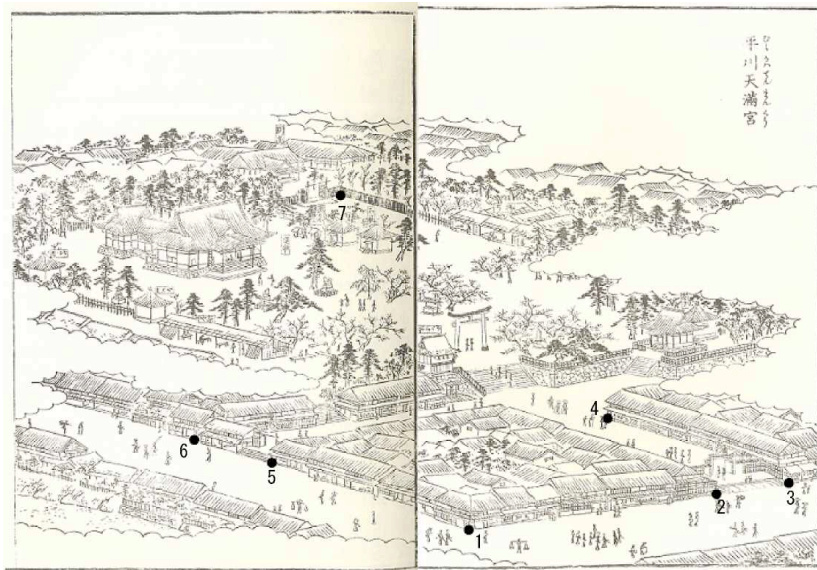
アルゴリズムから求めた平川天満宮の景観図を図 8 に示す. そのときの各パラメータは以下のようになった.

$$C(\alpha, \beta, \gamma) = (-267.216, -54.142, 16.023)$$

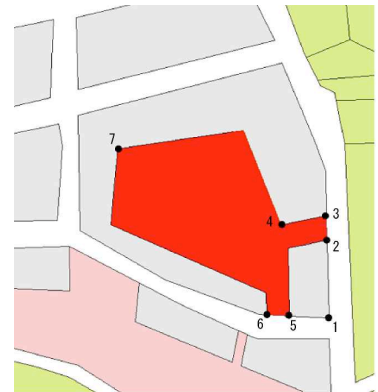
$$d = 0.109 \quad \theta = 1.763 \text{ (rad)}$$

『江戸名所図会』と『御府内沿革図書』のサン

プル点の誤差  $f$  は  $f = 28.477$  (m) となり, 1 サンプルあたりの誤差は  $f/7 \approx 4.068$  (m) となった. 一見大きい誤差があるようにみえるが, 図 8 を見ると, 特にサンプル点 5 と 6 の誤差が大きいことがわかる. この 2 点を除いたサンプル点 1, 2, 3, 4, 7 の計 5 点での誤差は  $f = 3.35541$  (m) で 1 サンプルあたりの誤差は  $f/5 \approx 0.667$  (m) となり, 十分小さい値になる. その結果, サンプル点 1, 2, 3 を結んだラインは写実的に描かれているのに対して, サンプル点 1, 5, 6 を結んだラインは, 写実的に描かれてい



(a) 『江戸名所図会』



(b) 『御府内沿革図書』

図7 平川天満宮のサンプル点

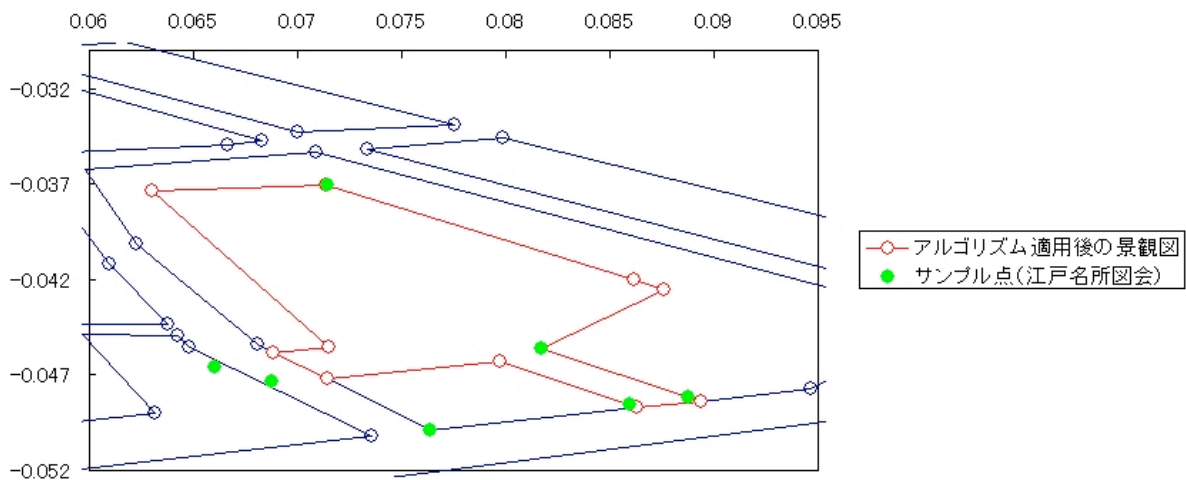


図8 アルゴリズムによって求めた平川天満宮の景観図

ないということになる。

図9は、『江戸名所図会』と『御府内沿革図書』の景観図を重ねたものである。図の濃い線の内側が平河天満宮である。右下の道路は、幅・角度ともに良く一致している。それに対し、図の左下の道路は角度がかなり違い、『江戸名所

図会』に描かれている道路は『御府内沿革図書』のそれよりも大きく左へ傾いている。そのことが、平川天満宮の存在感を周りの敷地に比べてより際立たせている。このように『江戸名所図会』に描かれている平川天満宮は一見写実的な絵に見えるが、その適用は部分的であることが

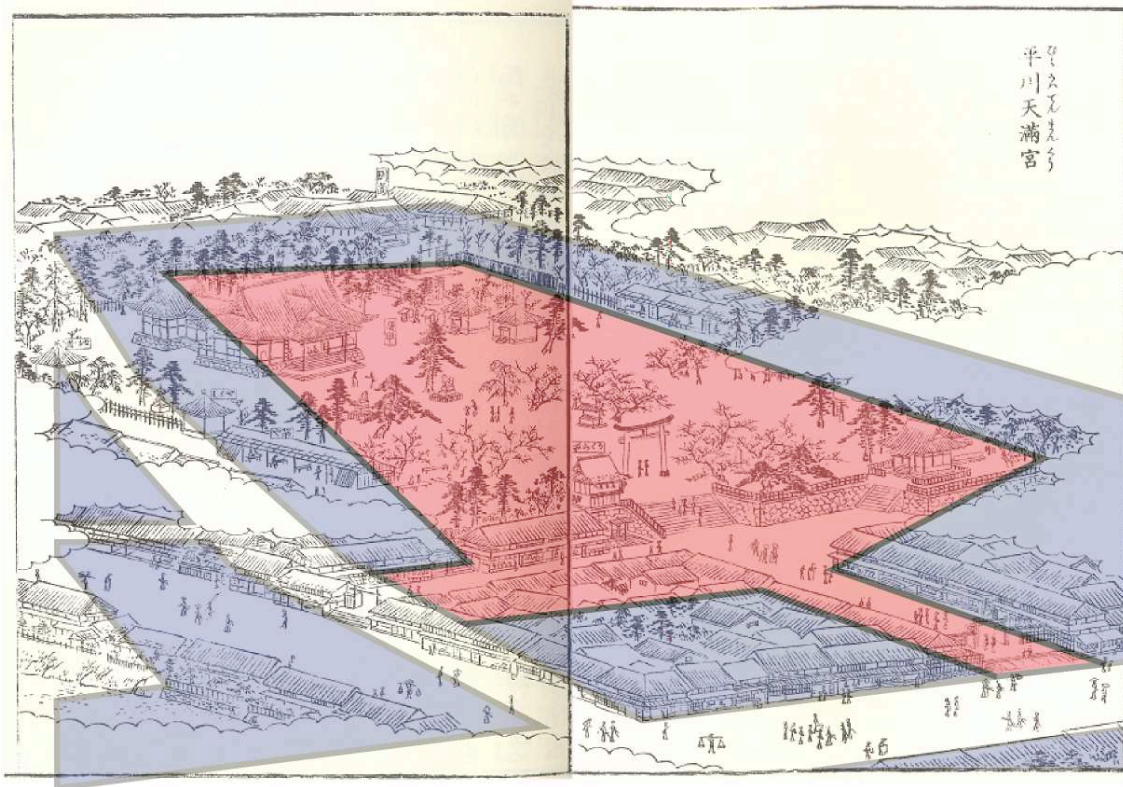


図8 アルゴリズムによって求めた平川天満宮の景観図

わかる。

## 6. 今後の課題

今回用いた透視変換は、投影面は直立であると仮定しており、前後の傾きは考慮していない。今以上に正確な検証を行うためにも、投影面の前後の傾きをパラメータとして追加する必要がある。

正しい景観図を求めるアルゴリズムに最急降下法を用いたが、最急降下法の欠点として収束が遅いという点が挙げられる。将来的に視点検索機能としてデータベースに組み込むことを考慮すると、より効率の良い最適化が必要になってくる。

本稿では、『江戸名所図会』の写実性の検証と

して、平川天満宮のみを挙げたが、本法がさらに有用であることを示すためにも、より多くの挿

絵について検証する必要がある。

## 参考文献

- 1) 千葉正樹：江戸名所図会の世界，吉川弘文館（2001）。
- 2) 黒川隆夫，左奈田功：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，情報処理学会論文誌，pp. 857-865（1999）。
- 3) 中谷譲，川寫健一，黒川隆夫：『御府内沿革図書』のデータベース化とそのアニメーション表示，情報処理学会研究報告書，pp.49-56(2005)。