

## 歴史資料画像の任意の対応点に基づく比較表示手法の検討

川北 明広<sup>†</sup> 安達 文夫<sup>‡</sup> 徳永 幸生<sup>†</sup> 杉山 精<sup>\*</sup>

芝浦工業大学<sup>†</sup> 国立歴史民俗博物館<sup>‡</sup> 東京工芸大学<sup>\*</sup>

### 1. はじめに

近年、コンピュータ技術の発展により、博物館や美術館が所蔵する資料のデジタル化が進んでいる。デジタル化された資料は様々な使い方が可能であることが利点である。例えば、資料を左右に並べて、2つの歴史資料画像を対応する箇所が表示されるように拡大・縮小をし、自動的に連動して比較表示することも可能である。

しかし、歴史資料では2つの資料の位置関係が対応しないものが多い。そのため、歴史資料の対応位置に対応点をあらかじめ複数設定し利用すると、適切な比較表示が可能だと考えられる。対応点の設定は組織的に行う方法が考えられるが、設定には非常に手間がかかるうえ、対応点が適切に見出せない場合があるため、任意に対応点を設定しなければならない。そのため、位置関係が対応していない歴史資料同士において、対応点を少なく適切に比較表示するための手法について検討したので報告する。

### 2. 歴史資料画像

#### 2.1 歴史資料画像の特徴と比較時の難易度

同じ対象物が描かれている歴史資料でも、時代・作成目的によって様々な種類があり、対応位置を比較すると異なる場合がある。比較表示が容易な例から順に挙げると、①可視光と X 線で作成された 1 対 1 で対応する画像、②劣化によるゆがみが発生している資料とその資料の復元複製、③比較すると描かれている対応位置がずれている画像、④比較すると対応位置が入れ替わっているなど全く違う場所に描かれている画像、⑤対応箇所が存在しない画像である。

#### 2.2 対象とする歴史資料画像

本稿は、2.1 で述べた②③のような資料を対象とする。その一例として図 1 のような古地図が挙げられる。古地図は歴史資料の中でも対応位置が比較的わかりやすい。2つの資料間の対応

箇所がずれている古地図は、位置関係の回転、縮尺の違い、ねじれの発生などが生じている。故に、このような様々なゆがみに対応し、連動して比較表示する手法が必要である。

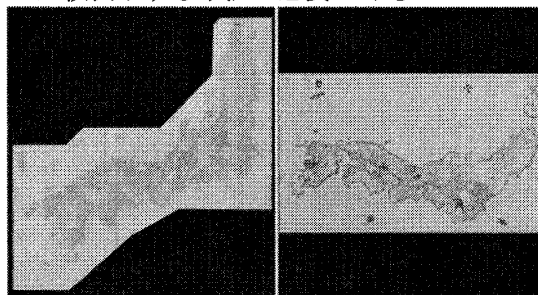


図 1 比較表示する古地図画像の例  
国立歴史民俗博物館蔵  
左：正保日本図 右：享保日本図

### 3. 比較表示手法

#### 3.1 基本的な手法

古地図の全体的なゆがみに対応するために対応点を複数設定する。その際、対応点群から比較的近い 3 点を参照点として選択する。選択された対応点で作られる三角形の周囲は位相関係が保たれているとみなし、アフィン変換を利用して連動する古地図の表示位置の中心である算出点を計算する。アフィン変換は線形性・位相関係を保持する性質を持ち、古地図の局所的部分を線形とみなすため、この手法が適用できる。

#### 3.2 最近傍 3 点選択手法とその問題

対応点 3 点を選択する手法として、選択された三角形の周囲において線形性が保たれていることを利用する。そのため、操作側の画像が表示されている中心である対象点からの最近傍である 3 つの対応点を参照点として選択する事が、最も単純な方法であると考えられる。

しかし、この手法では表示が飛ぶ問題が発生する。図 2 において、左は操作側、右は連動側である。A~D の A と A' のような組み合わせは対応点同士とする。操作側において、対象点が対応点 A と B の近傍に位置し、この 2 点が参照点として選択されている。さらに、もう 1 つの対応点として C または D のどちらかを選択する境界に対象点が位置する状況を考える。操作側の破線は C と D が切り替わる境界を表す。操作側で選択中の三角形の辺上以外で対象点を E か

A study on comparing display technique of historical images by using arbitrary corresponding points

†Akihiro KAWAKITA (k06036@shibaura-it.ac.jp)

‡Fumio ADACHI (adachi@rekihaku.ac.jp)

†Yukio TOKUNAGA (tokunaga@shibaura-it.ac.jp)

\*Kiyoshi SUGIYAMA

†College of Engineering Shibaura Institute of Technology

‡National Museum of Japanese History

\*Tokyo Polytechnic University

ら F のように移動させると、3 点目の参照点が C から D に切り替わる。その際に、切り替わった先の対応点の位置関係が同一でないと表示が飛ぶ現象が発生する。そのため、対象点が境界をまたがって E から F に連続で動くと、連動側は算出点が E' から F' へ移動する。しかし、対象点が境界を越えた時に、G から H に飛んでしまい不連続となり、この手法では距離の大小はあるが、飛ぶ現象は避けられない。

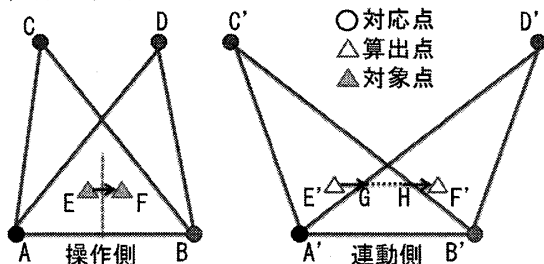


図 2 表示が飛ぶ現象の原因

### 3.3 三角形網を用いた手法

表示が飛ぶ現象が発生しないためには、選択中の三角形の中を移動する際に、参照点が変わらないようにすれば良い。そのため、選択されている三角形の辺上で対応点が切り替わるようにする必要がある。対応点群に対してあらかじめ三角形分割で三角形網を作成し、対象点を内包している三角形の頂点 3 点を選択する。三角形分割には Delaunay 三角形分割<sup>[1]</sup>が利用できる。この手法を用いると、表示が飛ぶ現象が発生しない事を確認した。

## 4. 評価実験と考察

### 4.1 対応点増加時誤差測定

3.3 の手法においてより少ない対応点で適切に比較表示するには、対応点をどの程度設定すれば十分であるかについて検討した。測定には図 3 の格子画像を用いた。格子画像は、1024×1024pixel の大きさで古地図の非線形なゆがみを想定して作成し、ゆがみの度合いが違う 0.5 倍、1 倍、2 倍の 3 種類を使用した。

結果を図 4 に示す。対応点数を増加させると、誤差が減少していく。すべての倍率で対応点を 20 点設定すると、それ以降対応点を増加させても誤差の減少は穏やかになる。3.3 の手法を用いると図 3 のゆがみを持つ場合、誤差を 1% とするには、対応点を 15 点設定すれば十分である。

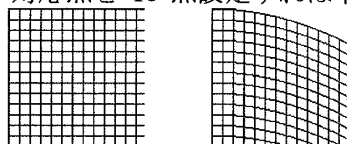


図 3 評価実験に用いた格子画像 (1 倍)

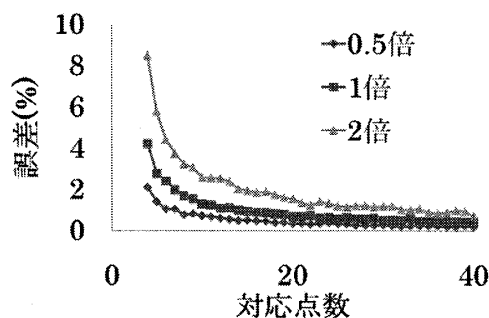


図 4 対応点増加時誤差分析結果

### 4.2 応答時間測定

操作側で画像を移動し、連動側で対応して表示されるまでの応答時間は、対応点に応じて算出点を求めるまでの時間で決まる。応答時間が増加すると比較表示時に違和感が生じる。そのため、3.3 の手法において対応点を変化させた際の応答時間の測定を行った。違和感が一番大きくなると考えられる場合について図 5 にその結果を示す。対応点が増えていくと応答時間が増加する。これより、60 点以下であれば 50ms で応答し、実際の比較表示でも待ち時間が発生しないため、この手法を問題なく利用できる。

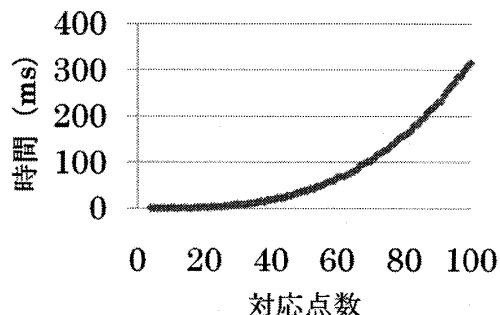


図 5 応答時間測定結果

## 5. おわりに

位置関係が対応していない歴史資料同士において、対応点を少なく適切に比較表示するための手法を検討した。また評価実験より、三角形網を利用して選択した対応点に対して、アフィン変換を利用して算出点を計算する手法において、対応点数の目安を考察し、その対応点数周辺で、応答時間に問題がない事を明らかにした。

今後は、提案手法において、少ない対応点数で適切な比較表示を行う方法や、絵巻物のような細長い歴史資料に対しても提案手法が有用であるかの検討を行っていく。

### 参考文献

[1] 杉原厚吉：データ構造とアルゴリズム，共立出版 pp.113-126 (2001)