

超精細画像による資料の比較閲覧機能の検討

安達文夫 鈴木卓治
国立歴史民俗博物館

あらまし 歴史の研究において、資料の比較は重要な活動の一つであり、閲覧システムを利用した比較が望まれる。比較対象は、本質的な対応関係があるものから希薄なもの、画像データの取得方法の違いから画像の大きさが異なるなど多様である。非常に高精細な画像を対象として、この多様な比較を実現するためには、大きさの異なる画像を対象とし、連動する表示と連動しない表示を設け、これらの動作中の切り替えを可能とすることが必要となる。この実現のため、表示倍率の制御と、表示動作の主体となる画面の管理が重要である。また、複数の資料画像を配列した画像を適用することにより、比較する対象を、画像を見ながら選び、観察することが可能となる。そして、この比較表示により、同一の資料の中での離れた箇所と比較が、資料間の比較と同一の操作で可能となる。

A Study on a Function of a Viewing System for Various Comparison of Historical Materials

Fumio ADACHI Takuzi SUZUKI
National Museum of Japanese History

Abstract Various comparison of materials is required in historical researches. Functions of a viewing system for the comparison with extremely large images is discussed in this paper. Parallel display of different size images is the first basic function for various comparison. The second function is display of images under both linked and non-linked conditions. Mode change between link and non-link is required at the operation. It can be possible to select a pair of comparing objects from displaying images and to observe them minutely by an application of arrayed images to the comparing system. Comparison of different parts of an object can be executed by the same operation for different objects.

1. はじめに

歴史資料を電子的に閲覧するシステムは、各所で実用的に利用されるようになってきている。国立歴史民俗博物館においても、屏風や絵巻など大型で記載が精緻な資料を主な対象として、細部まで閲覧できるよう開発した歴史資料自在閲覧システム [1]を、多くの展示に適用するとともに、研究に利用している。さらに、研究支

援システムへの応用として、多数の資料を一斉に閲覧する方法について、検討を進めている[2]。

この閲覧システムについて、歴史分野の研究者から、資料図録や写真と異なり、細部をズームレスに観察できること、大きなディスプレイを利用すると着目する箇所を複数の研究者が共有して議論ができるようになったとの評価を得ている。さらに、見る箇所を瞬時に切り替えて

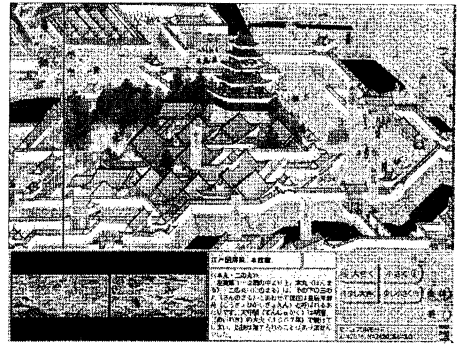
閲覧できることから、図像の比較が容易になったとの指摘がある。この指摘は、歴史の研究において、比較が重要な活動の一つであることを意味している。このような閲覧システムを利用した歴史資料の比較の研究として、版の異なる古地図を対象とした研究が進められている[3]。

歴史資料自在閲覧システムは、通常の可視光の写真とX線写真のように対応関係がある画像を、並べて表示する機能を有している。二つの画像の大きさは表示領域に比べて遥かに大きいことから、両者の表示の位置と倍率を合わせて表示する。この機能を利用した幾つかの比較表示の要求がある。その内容を見ると条件が様々に異なっている。これらの要求に応えるには、多様な比較に対する所要機能を整理する必要がある。本稿は、非常に高精細な画像を用いた資料の多様な比較のために閲覧システムに求められる機能を明らかにする。比較の要求の内容について整理を行い、基本的な所要機能を明らかにし、この所要機能を実現する上での要点となる事項について述べる。さらに、歴史資料自在閲覧システムによる実現について記すとともに、複数の資料を配列した画像を比較表示に適用した結果について述べる。

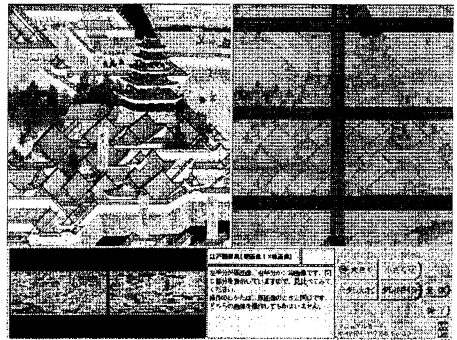
2. 歴史資料自在閲覧システムの概要

歴史資料自在閲覧システムは、 $100,000 \times 100,000$ pixel を越える画像を対象として、簡便な操作により、画面の切り替えを行うことなく見る箇所と倍率を自由に変えて、資料の画像を詳細に閲覧できるシステムである。図1に通常表示と比較表示の画面構成を示す。動作の概要は次のとおりである。

(1) 資料の画像を表示する画面の上部 3/4 の主画面をドラッグすることで、画像が移動する。画面右下のボタンの操作により、主画面の画像が拡大・縮小する。主画面をダブルクリックすると、その位置を中心として拡大する。



(a) 通常表示



(b) 比較表示

図1 歴史資料自在閲覧システムの画面構成
(江戸図屏風 国立歴史民俗博物館蔵)

(2) 画面左下は、主画面に表示中の部分を示す全体マップである。ここを操作することによっても、主画面の画像の表示位置を変えられる。

(3) 画面下中央の解説領域に、主画面に表示される画像に対応した説明等を表示できる。

(4) 比較表示では、同じ大きさの画像を対象として、位置と倍率を合わせて連動して表示する。

画像の切替は、展示での利用において操作を複雑にしないため、画面上では提供していない。初期設定で変更できる。

3. 多様な比較の所要機能

図1には、可視光の写真とX線写真の比較表示を例として示したが、これは同一の資料から

得られる画像の比較である。これに加えて、原品と復元複製の比較や、洛中洛外図屏風のように同一の題材について描かれた資料間の比較、あるいは同一作者による異なる資料の比較がある。さらに、前述のとおり、同一資料の異なる箇所との比較が求められる。このような比較の多様性の要因と、そのための所要機能について検討を加える。

(1) 比較対象の数

同一の資料を基とした比較の対象となる画像として、江戸図屏風の例では、可視光の写真とX線写真に加えて、赤外線写真がある。そして赤外線写真の中でも、フィルタの違いにより写真が複数種類存在する。異なる資料の比較では、これ以上の数の画像が対象となる。対象が3であれば、2つを比較する組合せは3であり、初期設定の変更による比較画像の切替でも対応できる。しかし、対象が4を越えると、比較の組合せは急激に増え、初期設定の変更では操作性や運用上の管理が問題となる。このため、動作中に比較対象の画像を切り替える機能が必要となる。

(2) 比較画像の大きさの違い

対応関係のある画像を並べて表示し、一方の表示箇所の移動や表示倍率の変更に対して、他方も連動して表示するとき、両者の画像の大きさが同一であることが、システムの実現にとって容易である。一方、同一の資料から得られた画像でも、可視光、X線、赤外線とでは撮影方法の違いから、フィルムに撮された画像の情報量が異なる。このため得られるデジタル画像の本来の大きさは同一ではない。システムの都合を考慮すると、比較表示のために、画像の大きさを合わせる必要が生ずる。

実際に、江戸図屏風の例では、X線写真が有する解像度を犠牲にして、その大きさを可視光による画像に合わせている。一方、額田寺伽藍並条里図の例では、解像度があまり求められな

い復元複製の画像を拡大処理をして、原品の画像の大きさに合わせている。しかし、比較対象が拡大すると、比較のために大きさを調整した画像を用意することは無駄が多い。このため、大きさの異なる画像を比較できる機能が必要となる。

(3) 不完全な対応関係

同一の資料を撮影した通常の写真とX線写真とでは、レンズの収差等の細部を除けば、完全な対応関係がある。ところが原品と復元複製の関係になると、対応関係は不完全になる。額田寺伽藍並条里図は、麻布に額田寺の伽藍や寺領を描いた奈良時代に作られた資料である。緑青が含まれた顔料で描かれた箇所が欠損するなど、傷みが進行している。分断した布を下布に縫い合わせて保存している。これを撮影した画像は、本来の位置からのずれが生ずる箇所がある。復元複製は、欠損した箇所を補完し、当初の状態に復元している。このため、原品と復元複製を、例えば四隅が一致するよう作成した画像では、全体を表示する倍率では一致しても、麻糸が見える倍率では、資料中央の伽藍が描かれた部分で、大きなずれが生じてしまう。

展示用には中央部を概ね合わせ、資料に当たる画像の大きさの同一性を犠牲にして、資料の隅も、一致はしないが違和感がない程度とした画像を用意した[4]。このような完全に対応し得ない画像を、研究用として比較するには、必要に応じて連動した表示から連動しない表示に変わり、利用者の操作で位置や倍率を調整した後、連動した表示に移る機能が必要となる。

(4) 同一資料内の比較

屏風や絵巻など大型の資料で、離れた箇所に描かれた画像の比較を行うことが、しばしば望まれる。このような同一資料の中を比較することは、(1)で実現する画像の切り替えて比較対象の資料として同一の画像を選択し、(3)の連動しない表示を適用すれば、同一資料内の任意の箇

所の比較が可能となる。

同一資料内の比較は、閲覧システムを2つ並べて同じ画像を表示することで可能である。この方法と一画面上に比較表示する方法との特質を整理しておく。もともと、同一資料内の比較では、2つの画像に関連があっても、連動した表示が求められることはまれであると考えられる。この意味で、閲覧システムを2式用意すれば、このために比較機能を具備する必要性は少ない。しかし、大型のディスプレイやプロジェクトタにより表示することにより、歴史分野の研究者からの評価にあったように、多人数で見る箇所を比較できること、持ち運んだ先で使用するといったポータビリティが確保されること、狭い環境において一台で済むといったことを考えると、(1)から(3)で用意する機能を利用して、同一資料内の比較を行う意味が出てくる。

4. 所要機能の実現法

前章で述べた多様な比較に求められる所要機能を整理すると、次のようになる。

- (a) 大きさの異なる画像を対象として、比較表示する。
- (b) 表示画像の位置と倍率が連動するモードと連動しないモードを設け、相互に移行する。連動モードに移行したときは、移行直前の位置と倍率の関係を保ったまま、連動して表示する。

- (c) 比較対象の画像を、動作中に変更する。

2つの画像を比較して表示する閲覧システムとしては、同一の大きさの画像を連動して表示する機能が単純であり基本となる。上記の機能を実現する上で、この基本機能を越えて実現するための要点となる事項について以下に述べる。

4.1 表示倍率の制御

(1) 表示のモデル化

原画像と表示ウィンドウとの関係を図2に示す。ここでは見やすさのため、画像を一次元としている。太い線分が原画像であり、それより上の曲線を水平に切った線分が縮小した画像を意味する。下の破線の部分は、原画像を拡大する領域となる。表示ウィンドウの幅に当たる箇所が、ウィンドウに表示される画像を意味する。表示ウィンドウを下に移動すると拡大した表示となり、上に移動すると縮小した表示となる。

(2) 連動／非連動の単独での表示倍率

大きさの異なる二つの画像に対してウィンドウの倍率を同一とした図2(a)では、当然ながら表示される画像の大きさが異なる。画面上で同じ大きさで表示するには、同図(b)のように、水平に切った線分が同じ長さとなるようウィンドウを設定する必要がある。初期表示において、二つの画像を同じ大きさで対応させて表示するには、画像毎に初期表示の位置と倍率を設定できる機能を必要とする。

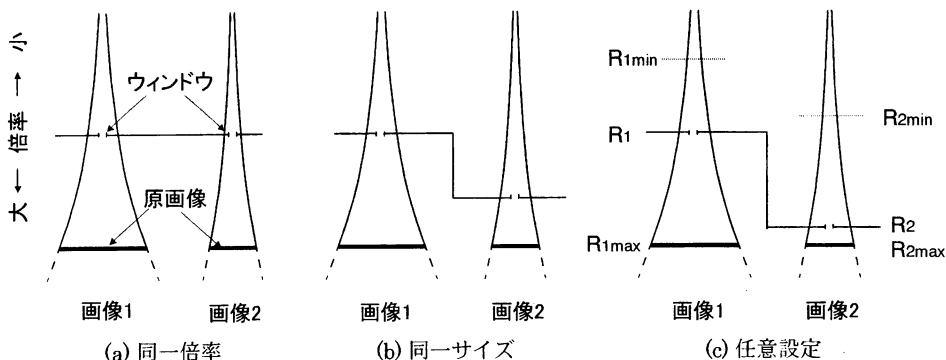


図2 比較表示のモデル

この表示モデル上で、連動した表示は、二つのウィンドウの位置と倍率の関係を固定して動かすことにあたる。このとき、画像が大きい方について、少なくともその原画像の倍率まで表示する必要がある。これに連動する小さい方の画像は、その原画像の倍率を超えたときに、原画像を拡大した画像を表示するか、何も表示しないよう制御する必要がある。研究支援システムとしては、何らかの画像が表示される方が望ましく、原画像の倍率を越えて拡大して表示する機能が求められる。

一方、非連動の表示は、一方のウィンドウは移動せず、もう一方だけを動かすことにあたる。非連動の動作だけを考えれば、倍率の範囲は、原画像の倍率が、2倍程度の拡大までを考慮すればよい。図2(c)は、同図(b)に対して、小さい画像だけを拡大して表示した状態を示す。

(3) 連動／非連動の遷移を考慮した表示倍率

連動と非連動の相互の遷移は、非連動で表示の位置と倍率を調整した後、連動して表示することが可能となるよう設ける。図2のモデル上では、(c)のように設定した後、その位置と倍率の関係を保ちながら連動して動作することにあたる。これは、初期設置で位置と倍率が図2(c)となる条件で与えられて動作することと等価であるから、新たな機能を要するものではない。ただし、以下の点に留意する必要がある。

第一は、図2(b)の場合と比べて、小さい方の画像を拡大する倍率の範囲が広がることである。第二は、例えば連動して大きい方の画像を原画像の倍率まで拡大した後、非連動にして大きい方の画像を縮小した倍率とする。このとき、小さい方の画像は拡大されたままであるが、ここで連動にして大きい方の画像を原画像の倍率とする。この連動と非連動の表示操作の切り替えを繰り返すと、小さい方の画像が際限なく拡大される。プログラムの安定した動作を保証するには、倍率の変化の範囲を制限する必要がある。

縮小側の倍率に関しても同様である。それぞれの画像を単独で表示する際に、望まれる最大と最小の倍率を、 $R_i \max$, $R_i \min$ とすると、一方の画像の $R_i \min$ と、他方の $R_j \max$ を一致させた状態で連動して、前者の画像の $R_i \max$ まで拡大し、また後者の $R_j \min$ まで縮小できれば充分である。このことから、表示倍率 R_i は

$$R_i \min \cdot R_j \min / R_j \max \leq R_i \leq R_i \max \cdot R_j \max / R_j \max \quad (1)$$

の範囲をカバーできるように倍率の表示制御を行えばよいことになる。

(4) 画像変更時の表示

表示画像の変更直後の表示として、非連動中では、独立した表示状態であるから、画像毎に設定される初期表示の位置と倍率で表示することで問題はない。これに対して連動表示では、変更されない画像の表示に対応して表示することが自然である。但し、画像の大きさが異なることがありえることから、(3)で記したような表示の範囲内にあるかの制御が必要である。

4.2 アクティブ画面の管理

非連動において、画面の操作による画像の移動と倍率の変化は、当然操作のある画面が対象となる。一方、ボタンによる操作では、その対象がどちらの画面となるかを管理しなければならない。この操作対象となる画面をアクティブ画面と呼ぶことにする。最後に操作のあった画面を操作対象とするのが自然であり、非連動においては、画面の操作があった方を、アクティブ画面とする。

全体マップと解説領域に、どちらの画像の情報を表示するか制御しなければならない。非連動において、操作対象の画像に関連した情報が表示されることが有効である。また、全体マップの操作による主画面の表示は、当然ながら全体マップに表示されている画像を対象とすべきである。このことから、アクティブ画面の画像の情報を、全体マップと解説領域に表示するこ

となる。

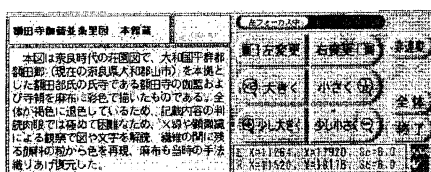
一方、連動においては、その本来の機能から、どちらの画面を操作しても、あるいは全体マップの操作によっても、等しく動作するためアクティブ画面の切り替えを要しない。むしろ、全体マップの表示において、例えば普通の写真とX線写真では、前者の方が分かりやすく、意識的に変更を求める操作以外では、この表示を切り替えない方が操作性がよい。

以上より、非連動では、操作している画面が移った際にアクティブ画面を切り替え、連動ではこの切り替えを行わない。全体マップと解説領域には、アクティブ画面の画像の情報を表示するという管理を行うことが合理的である。

5. 比較機能の実装と評価

5.1 歴史資料自在閲覧システムへの実装

以上述べた比較機能を、歴史資料自在閲覧システムに追加して実現した。利用者インタフェースとして、図3(a)に示すように連動と非連動のモードの切り替えと左/右の画像の切り替えのボタンを、従来のボタンに加えて配するとともに、どちらがアクティブ画面であることを示すためのインディケータを設けた。画像変更を指定したときのボタン群と解説領域の表示例を、



(a) 通常時



(b) 画像変更時

図3 操作ボタン類の配置

図3(b)に示す。

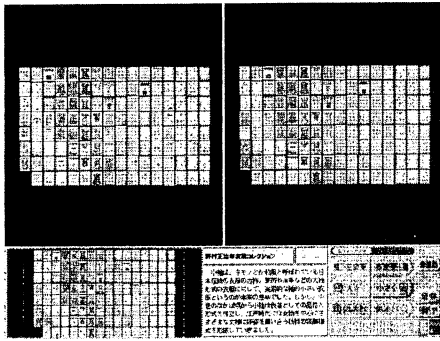
対応関係のある画像の表示において、非連動にして位置と倍率を独立に変えて表示した後、一方の位置と倍率に合わせて他方を表示したいことがある。この機能を少ないボタン類で提供するため、アクティブ画面のインディケータをダブルクリックすることで割り当てている。

5.2 配列画像の比較への適用

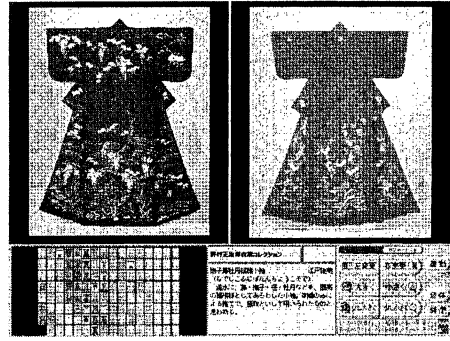
数100点を越えるコレクションをなす資料を一齊に表示したり、多数の資料の中から、条件を絞らず検索した結果の画像を表示して、目視により目的とする資料を探す利用をねらいとして、複数の資料を配列した画像を閲覧システムへ適用することについて検討を行っている[5]。この配列画像を比較表示に適用することについて評価した結果を述べる。

配列する画像として、国立歴史民俗博物館所蔵の野村正治郎衣裳コレクション小袖資料(231点)を対象とした。資料一点の画像の大きさは約1,800×2,200pixelである。一例として、制作年代が江戸後期であるものについて表示した様子を図4に示す。ここでは左右の画面とも同一の画像を指定している。同図(a)は初期表示を示す。これを連動して拡大してゆき(同図(b)、(c))比較する資料の一つを表示し、非連動にしてもう一方の資料を表示する(d)。これを、連動して、(e)のように拡大して比較できる。また、(f)のような、同一の資料の異なる箇所と比較ができる。なお、(c)以降では、解説領域に資料名称等が表示されている。また、(c)と(d)では、アクティブ画面が異なるため、解説領域の表示が異なっている。

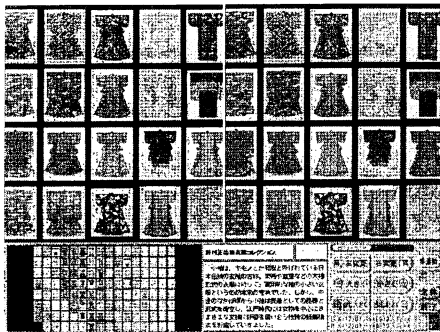
このように、配列された複数の資料の画像を見ながら、比較する対象を選び出し、そのまま拡大して詳細に比較することができる。また、異なる資料の相互の比較だけでなく、同一の資料の中での離れた箇所の細かな比較を行うことができる。この資料内の比較が、資料間の比較



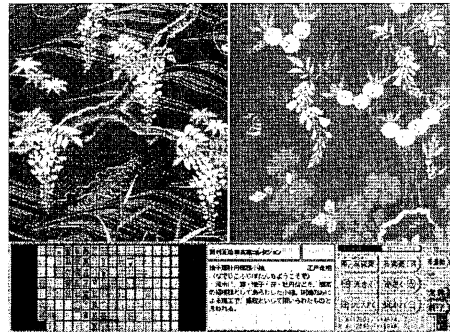
(a) 全体



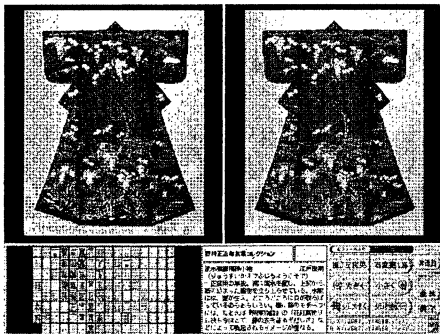
(d) 非連動



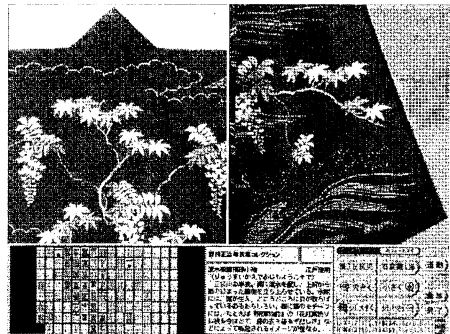
(b) 連動



(e) 詳細



(c) 連動



(f) 詳細 (同一資料)

図4 配列画像の比較表示例
 国立歴史民俗博物館野村正治郎
 衣裳コレクション小袖資料
 制作年代=”江戸後期”

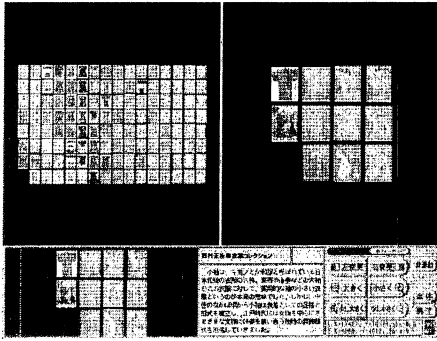


図5 検索条件が異なる資料群の表示例
制作年代≧"江戸後期":"江戸前期"

と同一の操作で行うことができる点に特徴がある。

以上は、比較対象の画像を、同一の資料群としている。異なる検索条件で集めた資料群の画像を比較表示する場合に、検索結果の件数が異なれば、配列画像の大きさは異なる。大きさの異なる画像を比較して表示する機能を設けたことにより、数の異なる資料群間の比較ができる。この表示例を図5に示す。このように、異なる大きさの画像データの比較表示機能により、自由度の高い閲覧が可能となる。

6. むすび

閲覧システムにより非常に高精細な画像を用いて歴史資料の様々な比較を行うために要求される機能について検討を行った。大きさの異なる画像を表示すること、連動した表示と連動しない表示を設け、両表示モード間の遷移を可能とすることにより、多様な比較への対応が可能となる。また、この実現のため、表示倍率の制御と、幾つかの表示動作の主体となる画面の管理が重要である。また、複数の資料画像を配列した画像を適用することにより、比較する対象を画像によって選択して資料間の比較観察ができることを述べた。そして、この比較表示により、同一の資料の中での離れた箇所と比較が、

資料間の比較と全く同一の操作で可能である。このように簡単な操作による自由度の高い比較が可能となることを示した。

謝辞 本研究を進めるに当たり、多くの有益な示唆を頂いた本館研究部永嶋正春助教授と仁藤敦史助教授に深く感謝する。本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金特定領域研究（課題番号 14023229, 16018222）の補助を受けて行った。

参考文献

- [1] 鈴木卓治, 安達文夫, "歴史研究・展示用画像表示システムの機能に関する検討," 情報処理学会シンポジウム論文集, vol.2001, No.18. pp.229-234 (Dec. 2001).
- [2] 鈴木卓治, 安達文夫, "歴史資料自在閲覧システムによる大規模資料群の画像閲覧方法の検討," 情報処理学会シンポジウム論文集, vol.2003, No.21. pp.143-146 (Dec. 2003).
- [3] 馬場 章, 他, "デジタルアーカイブを利用した地図の書誌学—長久保赤水製作『改正日本輿地路程全図』の場合—," 情報処理学会シンポジウム論文集, vol.2003, No.21. pp.119-126 (Dec. 2003).
- [4] 「デジタル技術による歴史展示と研究」, 国立歴史民俗博物館展示図録『歴史を探るサイエンス』, pp.56-57 (Oct. 2003).
- [5] 安達文夫, 鈴木卓治, 宮田公佳, "歴史資料自在閲覧システムの検索画像表示への適用の検討," 画像電子学会第31回年次大会予稿集, pp.29-30 (Jun. 2003).