

卷子本の高精細デジタル画像を高品質で鑑賞するために効率よくコンテンツを作成する方法

北村啓子^{†1}

概要：急速なモニタ技術の向上により、文化遺産の高精細デジタルアーカイブを高い再現性で表示することが可能となってきた。文化遺産である古書物のなかでも卷子本を例に、高精細デジタル画像をインターネット経由で高品質な鑑賞に耐えるデジタルコンテンツを撮影画像データから効率的に作成することを試みたので報告する。また、コンテンツ配信は用的なシステムとして設計したので全体の構想についても述べる。

キーワード：古い書物、卷子、高精細デジタル画像、鑑賞用コンテンツ

How to make digital contents to appreciate height quality digital archives of ancient Japanese books – hand-scroll case -

KEIKO KITAMURA^{†1}

1. はじめに

文化遺産である日本の古い書物（写本、版本）、掛け軸、屏風などの資料をデジタル化しながらインターネット配信を行っている。一方、社会還元として文化遺産の物理展示を企画実施してきている。約10年前から、アーカイブしてきたデジタルデータを使用してデジタル展示に取り組んでいる。最初は展示スペースの制約で見せられない全丁や全巻を見せることを目的として始まり、展示用ディスプレイを普段個人では使わない高解像度を導入し、展示に来ればインターネット配信より高品質の再現性でデジタル画像を見せることを目的とした。博物館、美術館などで普及している音声ガイドの説明も有益であるが、原本を高い再現性で見せることを優先し、ビジュアルガイドに取り組んできた。また、展示は1度で終わるものなので、デジタル展示やガイドシステムも一点のみの開発でコストが高い点に着目し、再利用性の高い汎用的なデジタル展示プログラムの開発を行ってきた。[1][2][3]

Retina, Igzo など高密度技術の出現によりディスプレイの概念が一変した。デジタル化の入力デバイスの精度は飛躍的に上がってきたのに比べ、表示デバイスの精度の向上は非常に遅れていた。4k, 5k TV の普及によりモニタも低価格化している。8K モニタも製品化され、一般化してくるであろう。一家に1台4K TV、人文系研究室にも1~2台4K モニタを持てるようになってきた。

展示を見に行かなくても、高品質のコンテンツがあれば再現性高く鑑賞ができる環境が身近になった。これまでデジタル展示用に開発してきたものがインターネット配信でも使えるという確証を持ち、共通のコンテンツと両方に使えかつ誰でも使える汎用システムを考えることにした。

古書物の中でも、卷子本、絵巻物など卷子形態のものは特徴的、かつ代表的であり、また鑑賞するシステムとしては冊子形態に比べて多くの課題がある。卷子形態を例に、高精細デジタル画像を高品質で鑑賞するためのコンテンツを効率よく作成する方法について考察し、コンテンツ配信システムを提案する。

2. モニタの進歩

デジタル化の入力デバイスは、
デジタルカメラ撮影：3000~4000 万画素
スキャナ：600dpi A4 size = 万画素
と現在も高精度が進んでいる。

一方、表示デバイスは、医療用など特殊用途を除いて長らく殆ど解像度の進歩はなかった。デジタル放送への移行をきっかけに、Hi-Vison TV (fullHD) が普及し、desktop 用モニタもノートパソコンも fullHD が主流になった。デジタル展示ではそれ以前からデザイン、グラフィクス用の WQXGA (2560x1600) モニタを導入し使用していた。その後 4k TV, モニタが開発され、それからの進歩は迅速で目覚ましいものがある。

しかし、デジタル化された 3000~4000 万画素のデジタル画像に比べると、4k モニタでもまだ 1/4 の画素数しか表示できないのである。

fullHD 1920x1080	207 万
WQXGA 2560x1600	410 万
4k 3840 x 2160	830 万
5k 5120 x 2880	1475 万
8k 7680x4320	3320 万

それでも長年使ってきた fullHD 以前のモニタを思うと、非常に高い再現性と言える。特に高密度技術により、4k, 5k モニタでも、原本を人眼で見た時には気付かなかった描かれた物を発見したと国文学研究者から驚きの声をもらい、その有効性を確信した。

3. 高精細デジタル画像を高品質で鑑賞するには

インターネットでの画像配信は、ユーザの利用環境、特にモニタ環境に依存、ネットスピードという制約により、オリジナルデジタル画像は高精細にもかかわらず、配信用にサイズの縮小、非可逆編変換の圧縮をかけるなど低品質にしてきた。一方、デジタル展示は、スタンドアロン環境で動かせばよいので、展示設備に合わせて高精細のコンテンツを作成することが可能である。また、遠い昔に先人が書物を書き・読みしていたのと同じように読み・鑑賞することを仮想的にでも経験することは重要である。そのため、原本の形態を復元し、デジタル技術を使って可能な限り忠実に再現することに取り組んでいる。

従来は、全く逆方向の使用環境と考えてきたインターネット配信とデジタル展示であるが、モニタが近づいてきたことにより、使用するコンテンツも近いもの、または同じものを使用できると考えた。

卷子をはじめ屏風、地図などサイズが大きい物は分割撮影をすることになる。デジタル展示では、卷子を元の形態のまま見せるために、分割撮影された画像を貼り合せて長い

1 ファイルのデータを作成してきた。しかしこの作業は、業者外注はコストが高く、自前で画像編集するには職人的の技量が必要である上、非効率でコストがかかる。Photoshop で貼り合せていく合成編集を行った。1 枚ずつをレイヤーにし、隣との接続部分を慎重に探してトリミングすることを繰り返す。

この時、撮影時の問題が影響することが多々あったので報告する。

- 水平方向の傾き 高さ・描写が合わない
- 3次元を2次元にする時の歪み
- ライトニングによる発色の違い

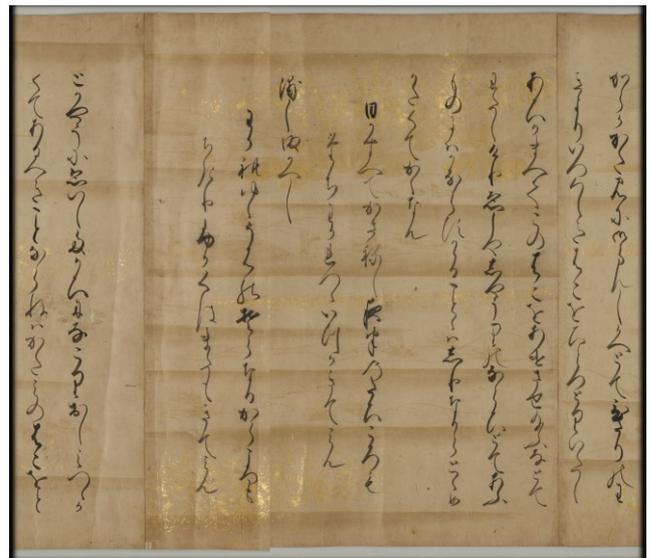


Fig.2 浦島太郎の貼り合せ

撮影デジタル画像

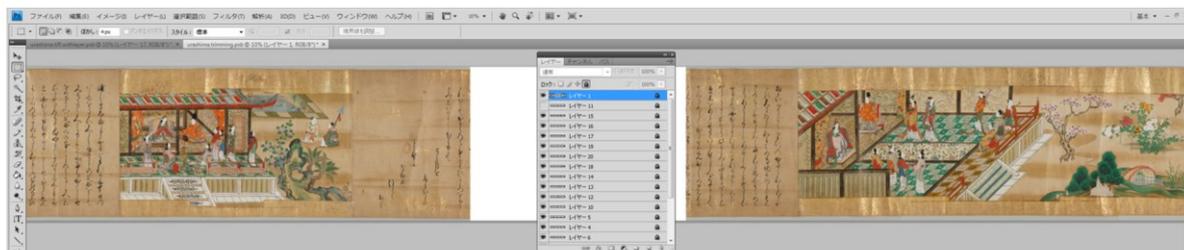


○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

5760x3840 x19shots



1コマずつレイヤーに入れる 隣との接続のみトリミング



貼り合せる(合成) 1fileに



浦島太郎 95500x3840

fig.1 手作業の貼り合せで卷子形態を復元する方法

この例では、貼り合せた箇所料紙高さに差があり、ズレを修正できなかった。卷子は紙を貼り合せて長い巻紙を作るので、原本自身も貼り合せが存在する。Fig. 3 の例で、デジタル画像上の貼り合せと、原本の物理的貼り合せの区別は非常に難しい。料紙の地模様も他用されている。地模様のズレ、突然の途切れも、両者の区別がデジタル画像上では困難となる。絵図、挿絵も同様に区別が困難であり、絵図の研究にとっては致命傷となる恐れがある。

パノラマ写真を合成するソフトが普及しているが、卷子の場合、横方向の枚数が多過ぎる、風景写真に比べて厳密さが要求される、ソフトの仕様として4方向接続機能を持ち逆に横方向だけの接続が失敗する（オーバースペック）などの理由で、失敗することが多い。Photomerge を試したが、4枚以上を一度に合成させると失敗した。2〜3枚ずつの合成を繰り返すトーナメント方式を試したが、100%には届かず、どこかで手修正が必要であった。特に絵の場合、描かれている形状の接続と色合わせのどちらを優先するかで結果が大きく異なるようである。一般のパノラマ合成は、形状・色合わせ両方の最適解を求め入り組んだ複雑な合成になり、更に必要な部分をトリミングされてしまうこともある。この場合、ここから人手で修正するのは不可能となる。横方向だけでなく縦方向縦方向の合成機能を外し横方向のみの接続を探すアルゴリズムに変更すると上手くいくかもしれないと考えている。

Fig. 3

古地図のような4方向接続も試したが、僅かの傾きが2辺の接続も破綻させた。大坂冬御陣の図は、3x3 の9コマからなる大阪城周辺の絵図である。Photomerge では川も道も家も多々ずれてしまった。手作業で周囲8コマをレイヤーに入れズレ部分はオーバーラップの適している方を選択し、もう片方をトリミングして辻褄があった。最後に真中のレイヤーに入れ、同じ選択・トリミングを行ったが1箇所どうしても合わなかった。その1コマを0.2度回転させると丁度接続できた。撮影時の僅かの傾きを補正したことになる。

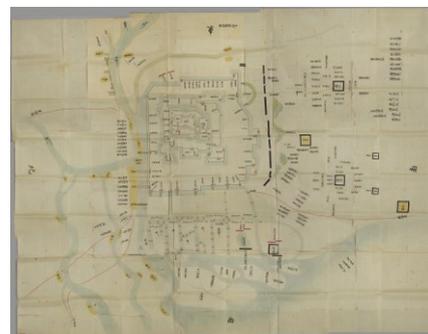


Fig. 4 大坂冬御陣の図 自動合成の結果

これまで合成編集で作成した卷子形状のデジタルコンテンツを挙げておく。

作品名	画像サイズ x コマ数 データサイズ	復元後の画像サイズ データサイズ
浦島太郎	5760x3840 x19shot (2212 万/nijl 仕様) 業者撮影 tif 63.3MB	95500x3840 2.2GB/PSB ↓ 912MB/tif 44319x1550 196MB/PNG Photomerge 70%
伊勢物語絵巻	7360x4912 x46shot 自前撮影 Tif 107MB	168686x5656 2.66GB/PNG ↓ 68903x1998 394MB/PNG Photomerge 50%
近世職人尽絵 詞(東博蔵)	5353 x 3837 x16 x14 x14(3 巻) tif 58.7MB	66904x2046 221MB/PNG 58379x2047 198MB/PNG 58776x2318 202MB/PMG Photomerge 90%
平治物語絵巻	17309x880 8.23MB/JPG	30000 x 1525 24.2MB/JPG
大坂冬御陣の 図	8984x6732 9x9(+2shot 被紙の図有)	25230x19413 524MB/PNG Photomerge 失敗

文化遺産を対象にすると、100年後、それ以上も将来まで引き継ぐことができることを考える必要がある。100年後再デジタル化不要、その時その時に可能な最高品質でデジタル化することが望まれる。しかし技術は進歩するが、撮り直しをする余裕はない。古書物は未発見のものもあり理論的には無限に存在する、つまりデジタル化に終わりはない。従って様々な品質のものが混在することを前提とする

必要がある。将来まで残すデジタルコンテンツは何かを考える必要がある。

4. 新しいデジタルコンテンツを効率よく作成する

配信時に貼り合わせる方式でありながら、アプリケーション依存にならないコンテンツとシステムを考えた。

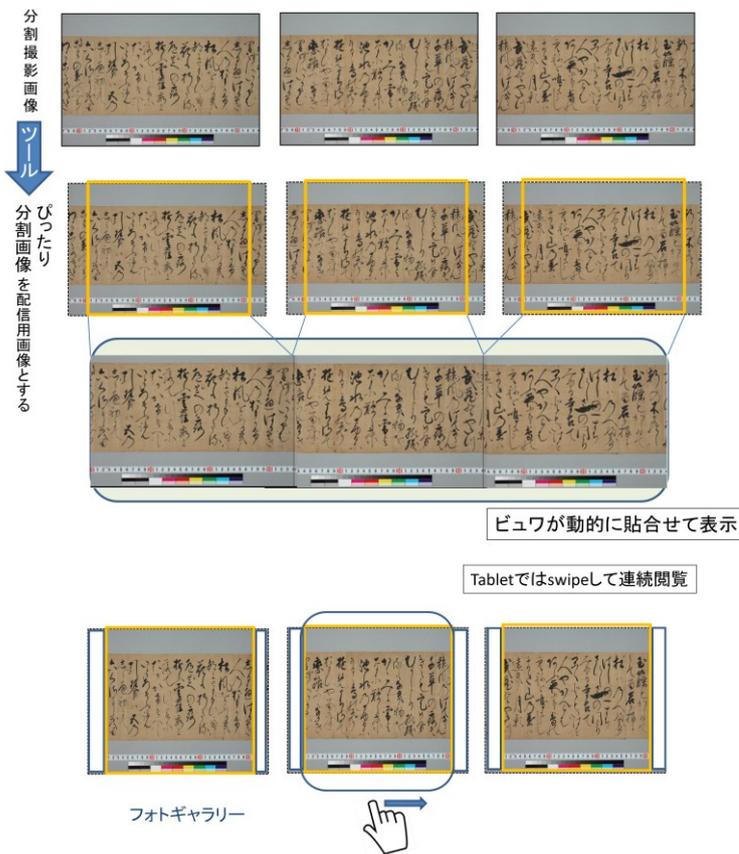
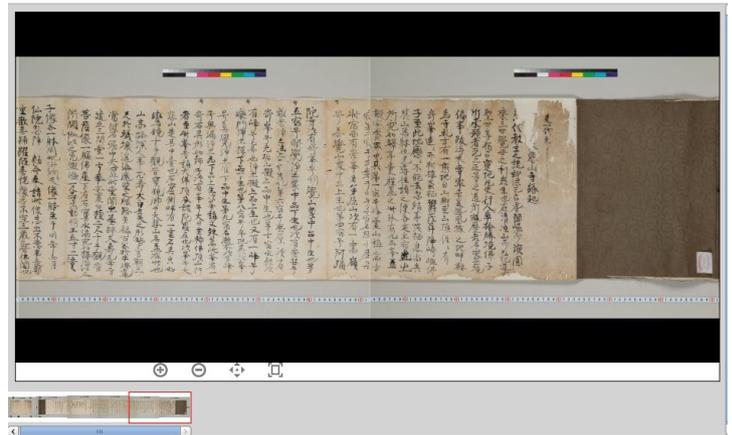


Fig.5 コンテンツ作成の仕方

このコンテンツは、従来は撮影画像を品質を落として配信していたのを、品質を落とすのではなく形態を復元するためにトリミングした画像データである。鑑賞に不要のオーバーラップ情報を落としたことになる。このコンテンツを使うと、タブレットでは 写真 viewer で swipe することにより連続的に見ることができる。

このデジタル画像を使って漢発した巻子を鑑賞するシステム 卷子 viewer の画面イメージである。



a. 卷子 viewer

5. システムの紹介

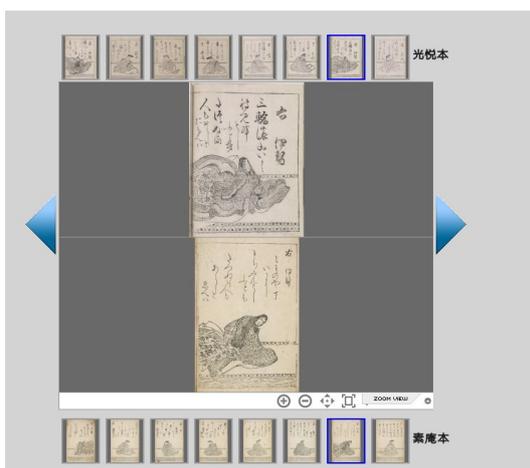
汎用的なコンテンツ配信システムを考えたのは、特定の組織、個人が運用する、また特定のアプリケーションでしか動かないことを避けるためである。撮影デジタル画像からトリミングしたコンテンツを作成（トリミングツールを開発予定、また卷子用自動合成ツールも検討）すれば、形態情報とセットにして誰でもアプリケーションを利用でき、アプリケーションの開発もできる。

形態情報とは、形態を復元するためのメタ情報である。1 書物を構成する画像データの並び順を示す情報で、アプリケーションはこれを使用して形態を復元することができる。

```
{
  "title": "好色一代男",
  "direction": "left",
  "image": [
    { "ターゲット": "000000.jpg" },
    { "秩": "000020.jpg" },
    { "書袋表": "000021.jpg" },
    { "書袋裏": "000022.jpg" },
    { "表紙": "000001.jpg" },
    { "表紙裏": "000002.jpg" },
    { "一丁表": "000003.jpg" },
    { "一丁裏": "000004.jpg" },
    { "裏表紙": "000019.jpg" }
  ]
}
```

巻子は横方向、地図などは縦横方向の情報を記述する。現在は JSON 形式で記述しており、鑑賞システム(卷子 viewer)をはじめ、誰でもデジタルコンテンツ+形態情報を使ってアプリケーションを開発することができる。さらに形態だけでなく、アプリケーションでしたいことに必要な付加情報を JSON で定義し公開すれば、他の人とも共有できさらに新しいアプリケーションへと展開が可能である。

卷子以外に、異本比較 viewer, 冊子 viewer も開発したの画面イメージだけ紹介する。



b.異本比較 viewer



c.冊子 viewer

7. 考察

提供されているアプリケーションを利用して鑑賞も可能、また open data としてダウンロードした個人でも容易にアプリケーション開発を行える高精細デジタル画像のコンテンツとその作成の仕方、さらに汎用的なコンテンツ配信システムの提案と紹介をした。

撮影時の物理的な理由で接続ができない部分を合わせるために画像を編集することは、補正により復元しているのか、修正により新エディションを作る、または脚色、創作なのか、議論となる点であろう。

3次元を2次元にする時のゆがみは頻繁に発生し、専門業者でもゼロにすることは難しい。例えば紙のうねりなどは、貼り合わせる時に明らかに高さが合わなかったり色目が変わったりと多くの問題を発生する。しかし、うねりなど紙の状態も重要な情報と言えるかもしれない。巻き方や保管の仕方によっても変わるものでもあり、卷子本自身の本質ではないのかもしれない。何を復元すべき/すべきでないは慎重な議論が必要である。また利用者や利用目的により異なる要素もあるかもしれない。組織的に文化遺産のデジタル化、自由な鑑賞をサービスする機関は、どこを共通に

するか、慎重な判断が求められる。

分割撮影のトリミングツールについて、接点自動認識より人が線を引く(画像上)方が効率的ではないかと考えている。

本稿では触れなかったが、4k~8k(830万~3320万画素)のデジタルコンテンツ配信を考えるには、現状ではまだネット速度がクリティカルな問題となる。ネットの速度向上を待つだけではなく、汎用コンテンツ配信システムの中で、可逆変換の圧縮技術の利用を検討している。

Wi-Fi 環境の普及でタブレット利用が当たり前になり Retina iPad のような高密度モニターを持つタブレットでの利用者も大幅に増加している。数年前の desktop 用モニターよりもさらに高精細でありかつ高密度故にポータブル性にも優れたデバイスでの利用を想定したアプリケーションにも取り組んでいる。

本研究は、科学研究費助成金(基盤研究(C))『拡張現実技術を利用しデジタル展示と展示原本とを連続的に融合するための基礎技術開発』(平成26年度~28年度)の研究支援を受けている。

参考文献

- [1] Keiko kitamura, Common Software for Digital Exhibition of Japanese Cultural Heritage in Literature, The International Conference on Culture and Computing 2013, poster presentation PS1-05, proceedings, pp. , (2013)
- [2] 北村啓子, 国文学研究資料館において作成してきたデジタル展示プログラミングの労なく作成するために一, pp. 7 - 32, 国文学研究資料館紀要第41号 (2015)
- [3] 北村啓子, 国文学資料の電子的展示技法に関する研究 - デジタル展示の開発効率向上のために一, 画像電子学会第10回画像ミュージアム研究会, pp. 33-44, (2012)

正誤表

P(age)は本稿内のページ数、P(aragraph)はページ内or章内の段落数、L(ine)は段落内の行数を示す。
誤字訂正、漏れ訂正は、訂正後の該当箇所にアンダーラインを付す。

英文タイトル

How to make digital content to appreciate high quality digital archives of ancient Japanese books – hand-scroll case -

Footnote

†1 国文学研究資料館 keiko@nijl.ac.jp
National Institute of Japanese Literature

P1 1. はじめに

P2 L4 4k, 5k → 4k

L5 一家に1台 4K TV、人文系研究室にも1～2台 4Kモニターを持てるようになってきた。8Kモニターも製品化され、一般化してくるであろう。

↓

8Kモニターも製品化され、一般化してくるであろう。一家に1台 4K TV、人文系研究室にも1～2台 4Kモニターを持てるようになってきた。

2. モニタの進歩

L1 スキャナ: 600dpi A4 size = 3480万画素

表中 (注:各行右端 XXX万 は XXX万画素を示す)

P2 L1 full HD → WQXGA

3. 高精細デジタル画像を高品質で鑑賞するとは

Pa2 L2 モニタが近づいてきたことにより、 → モニタの進歩により、

Pa3 L最後に追加 (Fig.1)

Pa4 L1 撮影時の問題が影響することが → 撮影時の僅かの差が影響することが

P3 Pa1

この例では、貼り合せた箇所の料紙高さに差があり、ズレを修正できなかった。巻子は紙を貼り合せて長い巻紙を作るので、原本自身も貼り合せが存在する。Fig.3の例で、デジタル画像上の貼り合せと、原本の物理的貼り合せの区別が非常に難しい。料紙の地模様も他用されている。地模様のズレ、突然の途切れも、両者の区別がデジタル画像上では困難となる。絵図、挿絵も同様に区別が困難であり、絵図の研究にとっては致命傷となる恐れがある。

↓

Fig.2の例では、貼り合せた箇所の料紙の高さに差があり、ズレを修正できなかった。卷子本は料紙を貼り合せて長い巻紙を作るので、原本自身も貼り合せが存在する。このデジタル画像上の貼り合せと、原本の物理的貼り合せの区別が非常に難しくなる。料紙の地模様も多用されている。地模様のズレ、突然の途切れも、両者の区別がデジタル画像上では困難となる。絵図、挿絵も同様に区別が困難であり、絵図の研究にとっては致命傷となる恐れがある。

Pa2 L4 (オーバースペック) 削除

L最終 上手くいくかもしれないと考えている。 → 上手くいくかもしれない。

Fig.3 追

Photomergeで自動合成 4コマ

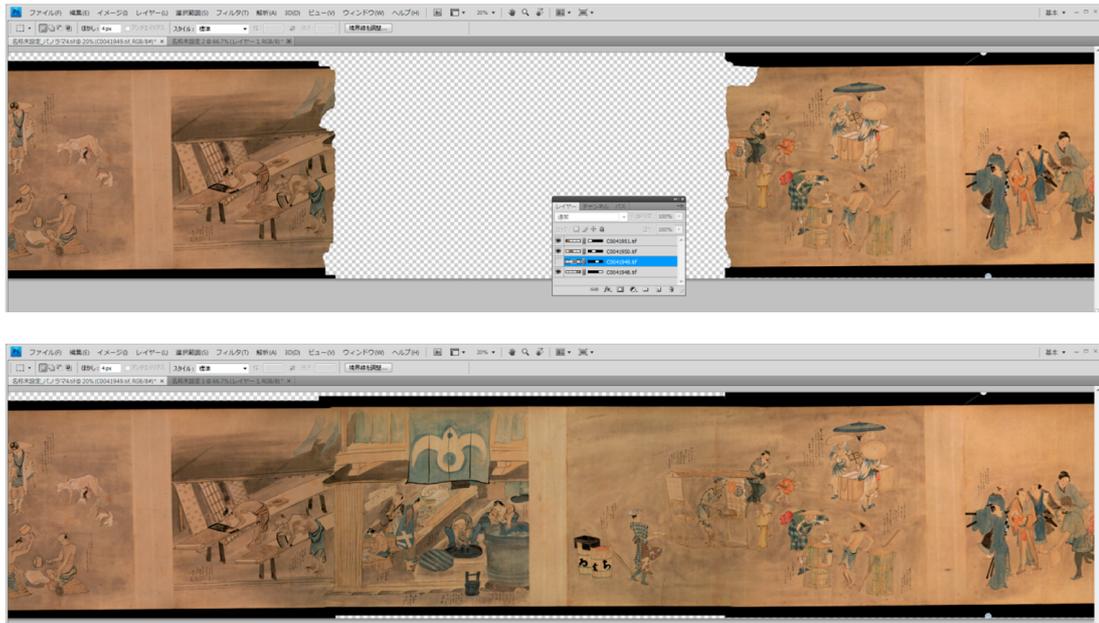


Fig.3 自動合成の失敗例

Pa4 入替

作品名	画像サイズxコマ数 データサイズ	復元後の画像サイズ データサイズ
浦島太郎	5760x3840 x19shot (2212万/nijl仕様) 業者撮影 tif 63.3MB	95500x3840 2.2GB/PSB ↓ 912MB/tif 44319x1550 196MB/PNG Photomerge 70%
伊勢物語絵巻	7360x4912 x46shot 自前撮影 Tif 107MB	168686x5656 2.66GB/PNG ↓ 68903x1998 394MB/PNG Photomerge 50%
近世職人尽絵詞 (東博蔵)	5353x3837 x16 x14 x14(3巻) tif 58.7MB	66904x2046 221MB/PNG 58379x2047 198MB/PNG 58776x2318 202MB/PMG Photomerge 90%
平治物語絵巻	17309x880 8.23MB/JPG	30000x1525 24.2MB/JPG
大坂冬御陣の図	8984x6732 9x9(+2shot被紙有)	25230x19413 524MB/PNG Photomerge失敗

Pa5 L3 その時その時に → その時々

P4 4. 新しいデジタルコンテンツを効率よく作成する → 4. 新しいデジタルコンテンツの作り方

Pa1 文化遺産のデジタルデータを人類で共有するため、特定の組織・個人が運用する、また特定のアプリケーションでしか動かないことを避けたいと考えた。撮影デジタル画像からトリミングしたデジタルコンテンツを作成(トリミングツールを開発予定)すれば、形態情報とセットにして誰でもアプリケーションを利用でき、アプリケーションの開発もできる。配信時に貼り合わせる方式でありながら、アプリケーション依存にならない方法である。

Pa2 このコンテンツは、従来は撮影画像を品質を落として配信していたのを、品質を落とすのではなく形態を復元するためにトリミングした画像データである。鑑賞に不要のオーバーラップ情報を落としたことになる。このコンテンツを使うと、タブレットでは任意の写真viewerでswipeすることにより連続的に見ることができる。

↓

ここでは共通の観賞用コンテンツとして、配信のために品質を落とすのではなく、形態を復元するためにトリミングした画像データを提案する。鑑賞に不要のオーバーラップ情報を落としたことになる。このコンテンツを使うと、タブレットでは任意の写真viewerでswipeすることにより連続的に見ることができる。(Fig.5)

Fig.5 コンテンツの作成の仕方 → Fig.5 デジタルコンテンツの作り方と鑑賞のイメージ

Pa3 このデジタルコンテンツを使って開発した巻子を鑑賞システム 卷子 viewer の画面イメージである。

↓
このデジタルコンテンツを使い、巻子を鑑賞するために開発した“卷子 viewer”の画面イメージを示す。

5. システムの紹介

Pa1 汎用的なコンテンツ配信システムを考えたのは、特定の組織、個人が運用する、また特定のアプリケーションでしか動かないことを避けるためである。撮影デジタル画像からトリミングしたコンテンツを作成(トリミングツールを開発予定)すれば、形態情報とセットにして誰でもアプリケーションを利用でき、アプリケーションの開発もできる。

↓
デジタルコンテンツ配信の基本エンジンとして crop, resize, propertyだけに機能を限定した軽い画像サーバを使用している。アプリケーションはJavaScriptで記述している。巻子の形態復元のため、画像データのデジタルコンテンツとセットで形態情報を持っている。

Pa2 L下から4 したいことに事に → したいことに

P5 6. 考察

Pa1 提供されているアプリケーションを利用して鑑賞も可能、また open data としてダウンロードした個人でも容易にアプリケーション開発を行える高精細デジタル画像のコンテンツとその作成の仕方、さらに汎用的なコンテンツ配信システムの提案と紹介をした。

↓
文化遺産である古書をデジタル化した高精細画像のデジタルコンテンツとその作成方法、汎用的なコンテンツ配信システムの提案と紹介をした。誰でも作成できるデジタルコンテンツであり、提供されているアプリケーションを使用して鑑賞ができる。また、自分で作成したデジタルコンテンツまたは open data としてダウンロードしたものを使用して、誰でもアプリケーション開発も行える。

Pa4 分割撮影のトリミングについては、接点自動認識より人が線を引く(画像上)方が効率的ではないかと考えている。

↓
分割撮影のトリミングについては、接続箇所の自動認識より画像上で人が線を引く方が効率的ではないかと考えている。トリミングツールを開発、評価する予定である。

参考文献

[1] Keiko kitamura, Common Software for Digital Exhibition of Japanese Cultural Heritage in Literature, The International Conference on Culture and Computing 2013, poster presentation PS1-05, proceedings, pp 137-138, (2013)

多数の訂正で恐縮です。訂正後の最終原稿はこちらからdownloadできます。

<http://www.nijl.ac.jp/~keiko>
<http://base1.nijl.ac.jp/~keiko>