

超高精細モニタによる 作品画像の最適視認距離についての研究

波多野宏之 山田奨治 吉田成 加茂竜一

はじめに

国立西洋美術館では、1992年以来、高精細モニタによる所蔵作品検索システム「アートハイビジョン：主要絵画検索システム」を構築し、一般来館者の利用に供してきた。その後、1997年度に凸版印刷(株)との共同研究において、ハイビジョンよりさらに解像度の高い超高精細モニタを用いた画像表示試験を行い、超高精細モニタが絵画のみならずエッチングなどの微細な線の表示にも有効であることが分かった。この経験を踏まえて、1998年度には「デジタルギャラリー：超高精細画像検索表示システム」を構築し、1999年5月より公開運用を開始した。運用当初は、「アートハイビジョン」搭載の絵画および素描作品154点の画像データを新システムに移行したものであったが、2000年5月には絵画のほか版画・素描および彫刻作品データを加え、都合182点(絵画152点、素描15点、版画10点、彫刻5点)を検索利用することができるようになった。

今後は、新システムへの作品データの追加を進めるとともに、デジタル画像および超高精細モニタの新たな活用方法を模索したいと考えている。そこで、何よりも厳密に超高精細モニタの効用と限界を知るため、1999年度より客員研究員等を交えて試験研究を開始した。本稿は、そのうちの空間(二次元平面)解像力についての報告である。

1. 試験研究の目的と方法

水平走査線数1,125本(インターレース)のハイビジョンモニタ(縦横比9:16、対角線36インチ)と2,048Pixel×2,048Pixel(ノンインターレース)の超高精細モニタ(縦横比1:1、20インチ×20インチ：日本無線社製 NWU-91A)^[1]の解像度の違いは明らかであり、後者の解像度は前者の約4倍に上る。したがって後者において、利用者はより微細な描線や解説文字をより近くから、画面のざらつきなどの違和感なしに見ることができる。経験的に得られているモニタと利用者との適度な距離は、当館デジタルギャラリーの場合、130cm前後に設定されている。ただし、図1に見るように、モニタ手前に置かれた検索用タッチパネルと椅子は可動式であり、利用者は必要に応じて距離を変えて見ることができる。この距離はモニタに表示される解説文字等の大きさにも関わっており、仮により大きいポイントの文字を使用していれば、もう少し遠くから見た方がよいかもしれない。絵画、版画・素描など作品の種類や、風景画など具象的な作品と抽象絵画などといった画風、さらには、1点ごとの作風、色調、描線、サイズなどによっても好ましい距離は違ってこよう。そして利用者個々人の関心や視力など視覚特性によっても変わってくる。このように超高精細モニタによる作品画像の最適視認距離は、さまざまな条件によつ

て変わりうる。しかし、そこにはおのずから一定の幅をもつ最適視認距離帯が存在し、その上限と下限が特定できるのではないか。そのような汎用性のあるデータを得るため、視力検査に用いるランドルト環と超高精細モニタ上に表示した同じ記号文字の視認比較を行い、そこから実験上の最適視認距離を求めるとした。また、静物を描いたオリジナル作品と超高精細モニタ上の同サイズの画像との視認比較を行って実作品の場合の比較データを求めた。さらに実作品の比較から得たデータをもとに、解像力チャートを用いてその蓋然性を検証した。

これらは客員研究員等との論議の進展に沿って順次展開されたものであり、必ずしも最初から明確な実験プロセスが設定されていたわけではない。上に述べたように実際の順番は、①ランドルト環による記号文字の視認比較、②オリジナル作品と超高精細モニタ上の画像との視認比較、③解像力チャートによる画像評価、であったが、本報告では①③②の順で述べる。なお、1999年度末に(株)トッパン・グループ総研との共同プロジェクトで、新規撮影により10作品について8×10インチ判カラーポジフィルムを得たので、これに基づくデジタル画像も②で用いている。具体的な実験方法は各章で述べる。

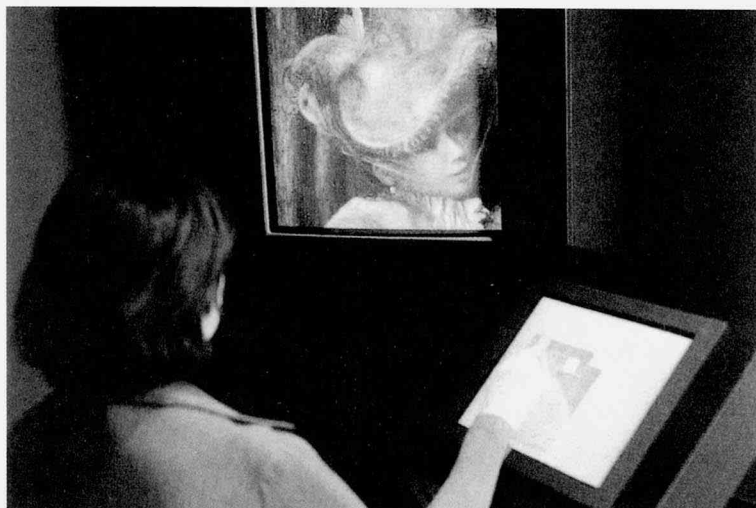


図1
デジタルギャラリー
一般来館用端末装置

2. ランドルト環による記号文字の視認比較

1) 実験方法

まず、超高精細モニタに表示される図像を人間はどの程度の空間解像力で視認できるかについて検証する。人間が持つ空間解像力の検査は、超高精細モニタ上に視力検査に用いるランドルト環を表示して、ランドルト環の空間周波数とその可視距離を測定する方法を採った。実験に用いたランドルト環の一部を、図2に示した。

対照する標準刺激として、ポジフィルムに鮮明にプリントされたランドルト環を用意した。ランドルト環は300cmの視距離で環の切れ目が判別できたときに視力1.2に相当する大きさ(空間周波数36c/deg)から、視力4.1に相当する大きさ(空間周波数123c/deg)まで、視力0.1相当(空間周波数3c/deg)刻みの30個を用いた。

超高精細モニタに表示するランドルト環は、自作のランドルト環作成プログラムを用いてTIFF画像ファイルを作成し、ディスプレイ上で実物大となるよ

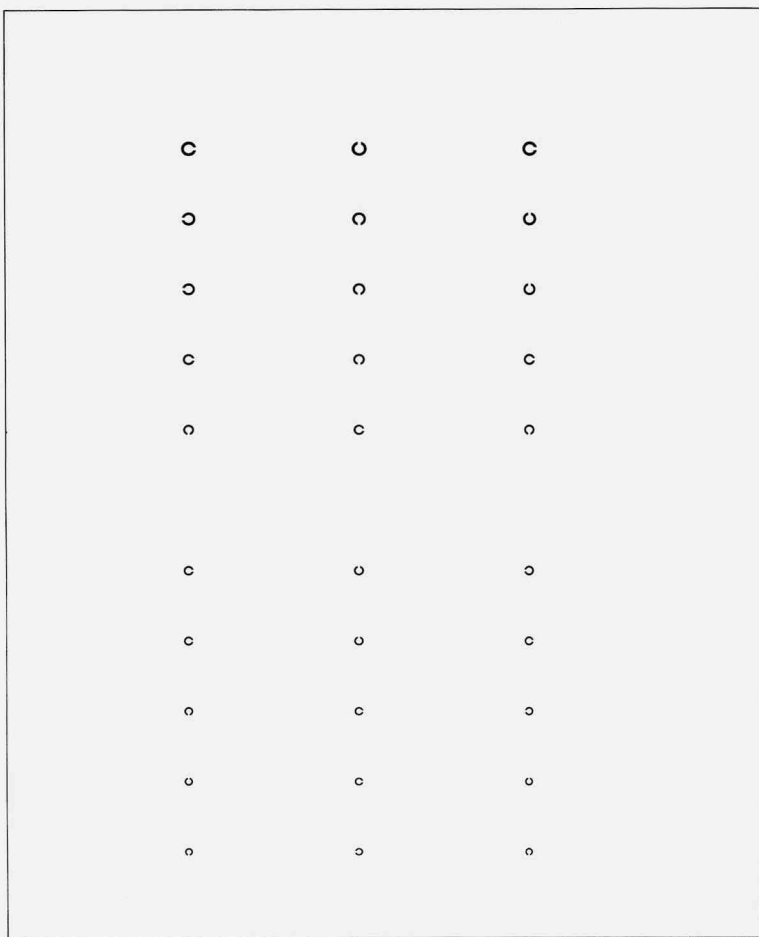


図2
実験に用いたランドルト環

うに表示した。標準刺激は、やはり同じランドルト環作成プログラムを使用して1,000dpiでTIFF画像ファイル化し、Cymbolic Sciences社製フィルムレコーダーLight Jet 2080によって8×10インチ判ポジフィルムにプリントしたものを用いた。フィルムはコダック社のEktachrome Electronic Output Film 100を使用した。

ポジフィルムにプリントした標準刺激は、光量を調節できるライトボックスに貼り付けて被験者に提示した。そして、超高精細モニタと標準刺激とで白黒コントラストが同一となるようにライトボックスの光量を調整した。簡易照度計で測定した明るさは、超高精細モニタの白は210ルクス、黒は9.0ルクス、標準刺激の白は200ルクス、黒は1.1ルクスで、白黒コントラストは約200ルクスとなっている。また、ライトボックスと標準刺激となるポジフィルムの間に色温度調整フィルタを挿入した。色温度調整は、目視による対照比較により行った。参考までに白の写真的色温度は、超高精細モニタで5,710度、標準刺激で5,800度となった。

超高精細モニタと標準刺激は、外光の影響を受けない暗室に並べて提示した。被験者には約5分間の暗順応期間をおいた後、標準刺激の方から検査を行った。検査は視力検査の要領で、300cmの距離から両眼で判別可能な視力を求めた。ランドルト環は同じ大きさで3個用意し、2個以上正答した場合にその大きさの環が見えていると判断した。

最初に300cmの距離から見える環の大きさを調べた後、ライトボックスに50cm近づいて見える環の大きさを調べた。そのようにして最短視距離50cmまで近づいて、見える環の大きさを得た。次いで、超高精細モニタに表示さ

れたランドルト環についても、同様に300cmの視距離から順次距離を縮めながら測定した。

被験者は20～40歳代の男女5名である。被験者の両眼での視力は、表1のとおりである。

表1
被験者の視力(両眼)

被験者	A	B	C	D	E
視力	1.8	1.2	1.8	1.0	1.3

2] 実験結果と考察

実験結果をそれぞれ図3,4に示した。図3はライトボックスに表示された標準刺激を対象としたもの(以後LB条件)で、図4は超高精細モニタに表示されたランドルト環を対象としたもの(以後HM条件)である。図中の横軸はランドルト環からの視距離、縦軸はランドルト環を正規の検査距離である300cmの視距離から見た場合の大きさを空間周波数に換算したものである。その換算式は、次のとおりである。

$$\text{空間周波数 (c/deg)} = \text{ランドルト環の大きさ相当の視力} \times 30$$

今回の実験に用意したランドルト環の大きさは、300cmの視距離からの視力1.2～4.1相当である。したがって、該当空間周波数外である36(c/deg)以下と123(c/deg)以上は測定できなかった。

図4から分かるように、HM条件では、どれだけ近づいても空間周波数111(c/deg)よりも小さなランドルト環を見ることができない。この現象は、HM条件とLB条件が決して同じには見えない、視距離の下限があることを意味する。この現象を仮に「空間解像力飽和現象」、それが起きる視距離を「空間解像力飽和視距離」(以後飽和視距離)と呼ぶことにする。

図5は、すべての被験者について視距離別にLB条件で視認できたランドルト環の空間周波数とHM条件の場合のそれとの差を示したものである。どの被験者においても、近い視距離ではHM条件よりもLB条件の方が高い空間周波数までよく見えていることが分かる。また、視距離が遠ざかるにしたがって、HM条件とLB条件の見え方の差は縮まり、場合によってはある視距離を境に逆転している。この現象は、HM条件がLB条件と同等の見え方となる視距離があることを意味する。この現象を仮に「空間解像力均等化現象」、それが起きる視距離を「空間解像力均等化視距離」(以後均等化視距離)と呼ぶことにする。

飽和視距離も均等化視距離も、超高精細モニタの空間解像度と被験者の視力によって規定される。飽和視距離は、図4で空間周波数が飽和する下限の視距離である。均等化視距離は、図5で空間解像度差が最低となる視距離とする。

飽和視距離よりも近い視距離を取っても、表示された図像がよりよく見えることはなく、逆にモニタのピクセルの荒さばかりが視認される結果となる。均

等化視距離は、超高精細モニタに表示された図像とフィルムにプリントされた図像とが、ほぼ同じ空間解像度で視認できる最短の距離となる。それ以上の視距離を取ることは、視野に対して表示された図像が相対的に小さくなるという不利益がある。したがって、空間解像力の観点から見た場合、均等化視距離付近が高精細モニタの最適な視認距離であると考えられる。

超高精細モニタに対する飽和視距離も均等化視距離も、被験者の視力に左右される。図4,5の結果から飽和視距離と均等化視距離を視力別に回帰

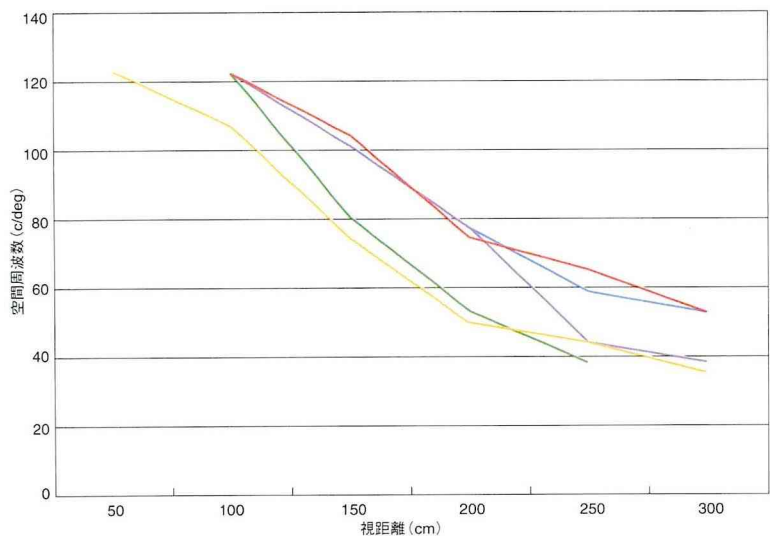


図3
LB条件での視距離と空間周波数

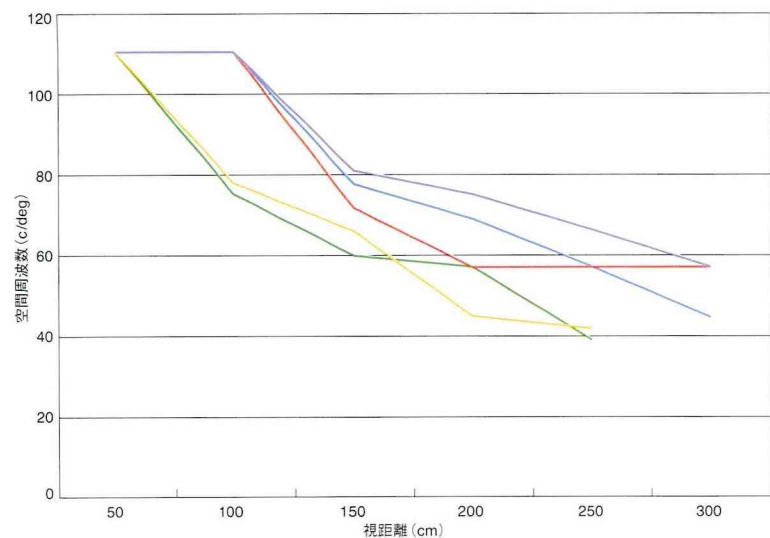


図4
HM条件での視距離と空間周波数

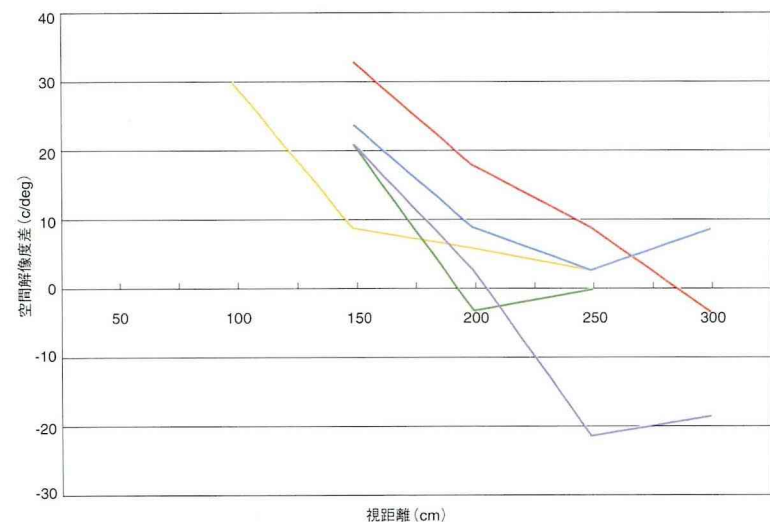
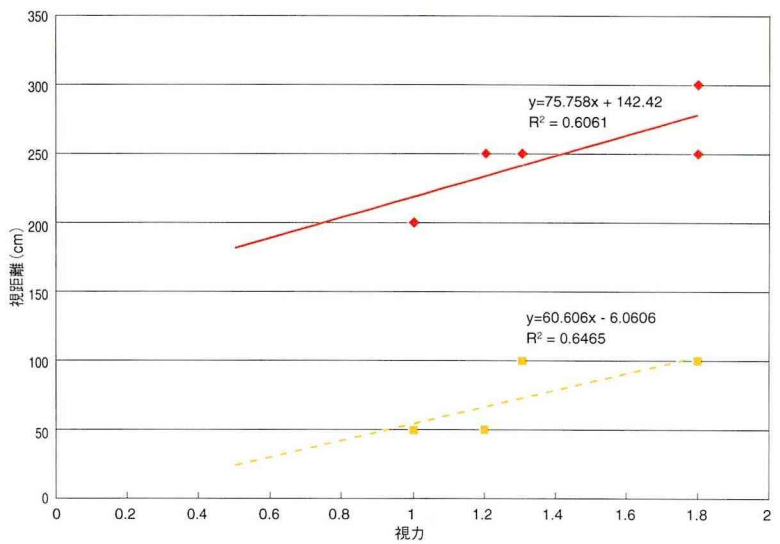


図5
LB条件とHM条件での空間解像度差

図6
空間解像力の均等化直線と飽和直線

- ◆ 空間解像力均等化視距離
- 空間解像力飽和視距離
- 空間解像力均等化直線
- - - 空間解像力飽和直線



直線を算出して求めたものが、図6である。図6によると、標準的な視力を1.2とした場合、飽和視距離は50cmから100cm、均等化視距離すなわち最適視認距離は200～250cmと結論づけられる。

3. 解像力チャートによる画像評価

1) 目的と前提

冒頭で述べたとおり、本研究の目的は超高精細モニタによる作品画像の最適視認距離を研究することにある。そもそも当館ではすでにデジタルギャラリーにおいて、超高精細モニタによる画像を一般に公開している。これらのデジタル画像は、絵画・彫刻等の美術作品を4×5インチ判等の大型カメラで撮影したカラーポジフィルムからスキャニングして、デジタル化したものである。

研究の前提としては、公開しているデジタル画像の解像力を知る必要があると思われる。しかしながら研究に着手して間もなく、銀塩によるカラー写真から作成したデジタル画像の解像力を客観的に数値化することが非常に困難であることが分かった。その理由として複数のことがらを挙げることができるが、大きな理由の一つとして、銀塩写真からスキャンして作成したデジタル画像の評価を目的とした解像力チャートが現在のところないという問題がある。また、こうした方法で作られたデジタル画像の場合には、解像力を左右する要素が複数存在し、それらが複雑に影響し合うということも、客観的な解像力の分析を困難にしている理由として挙げることができる。すなわち、厳密な画像評価をするためには、使用したカメラのレンズの解像力をテストする必要があるが、現実には、①大型カメラのレンズを客観的に評価するのは困難である。②カメラ内部のフレアーやかぶり等も画質に影響するので、カメラの機能を厳密にチェックする必要がある。③フィルムによる違い(銘柄、種類、感度、乳剤番号^[2]等)が解像力に影響する。④現像条件が解像度に影響する。⑤スキャナの能力やスキャニングの方向、スキャニング時の解像力の設定等によって最終的なデジタル画像の解像力が影響を受ける。⑥モニタにより、見た目の解像力が変動する^[3]。⑦その他。

このように、モニタに表示される画像を評価する場合には、非常に多くの要素が存在し、複雑に影響し合う。本来であればこれらの考え得る要素を一

つずつぶしていくべきであるが、現実的には多くの困難な問題が存在する。その一つが大型カメラ用レンズの解像力テストの問題である。大型カメラ用レンズの解像力テストは技術的に困難であり、計測機器も極めて高価で、厳密な解像力テストを行える機関が限られているのが現状である。こうした理由から、本稿の画像評価は、あくまでも限られた条件における、撮影・現像・スキャニング・モニタ表示等のすべての工程を含むトータルな評価であり、かつ目視による画像評価である。

2) 方法

前述したとおり、銀塩写真からスキャニングしてデジタル化した画像の解像力をテストするためのチャートが目下のところ見当たらない。そこで本研究では、コダック社製のカメラレンズ評価用チャートとISO規格電子スチルカメラ用解像力テストチャート(図7,8)を同条件で撮影したが、実際に使用したのは後者

図7
電子スチルカメラ用解像力チャート
(全体)

図8
電子スチルカメラ用解像力チャート
(左上部分)

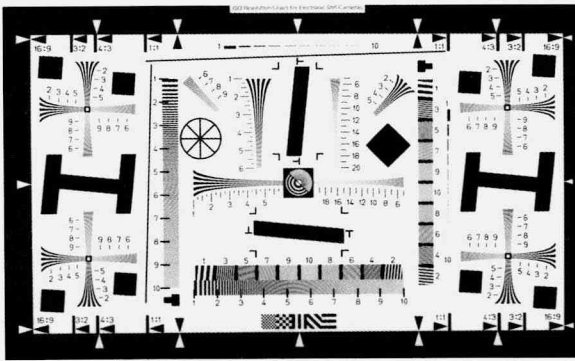


図7

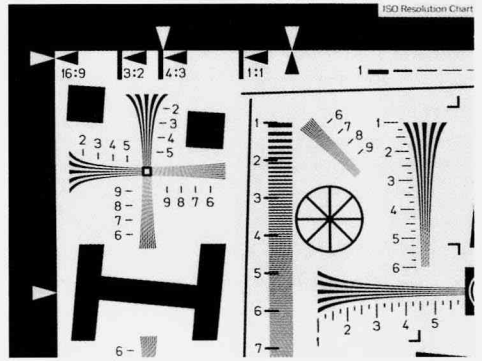


図8

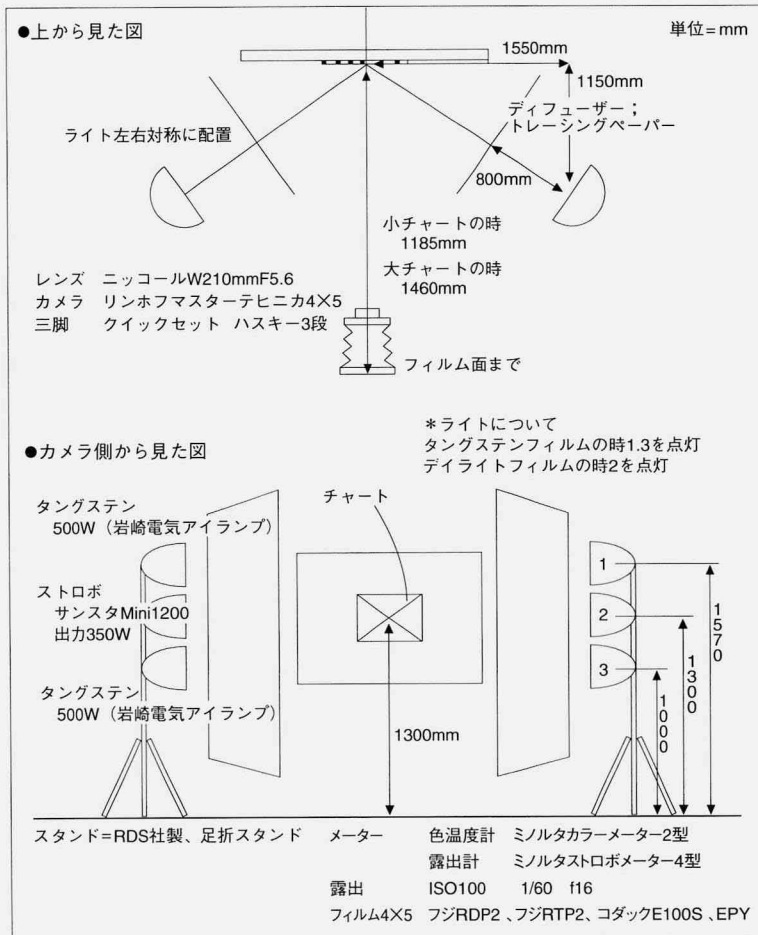


図9
解像力チャート撮影条件

撮影場所 凸版印刷 同録studio

である。このチャートはISO(国際標準化機構)規格12233 Photography-Electronic still picture camera-Resolution measurementに則って製作され、使用方法は規格文書に記載されている。チャート自体はTVシステムに用いられるものと似ているが、特に電子スチルカメラの測定に適するよう、白黒二値のパターンとしてデザインされている。チャートの詳しい使用方法は、上記の規格文書に記載されているとおりであり、視覚解像力、限界解像力および空間周波数特性の3種類の測定ができるようになっている。

撮影に当たっては、美術館が一般的に使用しているフィルムサイズの4×5インチ判カラーポジフィルムを使用した。なお、解像力評価用チャートを撮影する際のライティングにおいては、光源むらを作らないことに重点をおいた。図9に解像力チャートの撮影条件を示す。

次にデジタイズ条件の設定である。色調設定の目標としては当館のデジタルギャラリーで使用している超高精細モニタを基準とし、色温度6,500度、ガンマ2.1で設定し、白黒とした。解像度は同モニタに画面表示した時点で実物のチャートと同じサイズになるよう1,454×819Pixelとし、シャープネスに関しては超高精細モニタの持つエンハンス機能を考慮に入れ、スキャナの設定としては最低レベルのものとした。なお、データはTIFFフォーマットでMOに保存した。

図10
評価光ボックスにセットした解像力
チャート

図11
超高精細モニタに原寸大表示した
解像力チャート

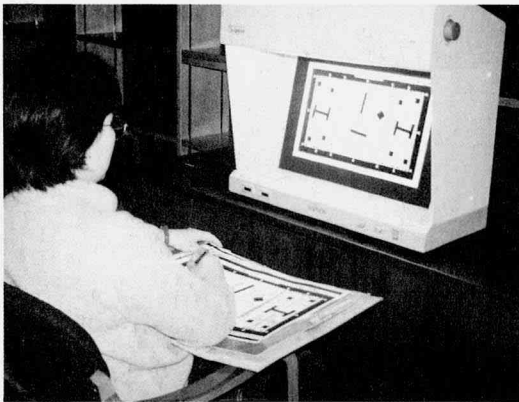


図10



図11

画像評価は、評価光ボックス(写真化学社製D-CM650/6500K)に上記の解像力テストチャートを図10のようにセットしたものと、超高精細モニタに解像力テストチャートを原寸大に表示^[4](図11)したものとを使用して行った。また、それぞれの実験機器を別室にセットし、余計な光が入らないように部屋を暗くした。基本的な画像の評価は研究グループが行ったが、さらに客観性を高める目的で7人の被験者に176cm、81cm^[5]、および、至近距離から解像力テストチャートの実物とモニタに表示された解像力テストチャートを見てもらい、解像力テストチャートの白と黒の線が分離して見えなくなり始める部分に印を付けてもらった。また、その他、気づいたこと等を適宜記入してもらった。

3) 結果

7人の被験者による実験の全体的な傾向としては、距離176cmの場合には、ややチャートの実物がモニタよりも鮮明に分離して見えているということが分かった。また、この距離では細かいパターンはチャートの実物でもモニタ表示

でもほとんど見る事ができなかった。すなわち、176cmの距離では、肉眼では細かいパターンを解像できないということを示しており、モニタ表示はチャートの実物と比較すると見え方は若干劣るものの、差はそれほど大きくないということができよう。

距離81cmの場合には、こうした見え方の差が広がった。明らかにチャートの実物の見え方がモニタ表示の見え方に勝ったのである。また、この距離になると、いくつかのパターンでモアレ^[6] や色ズレが確認できるようになることをほとんどの被験者が指摘するようになった。すなわち、細部を見るために近づいてもモニタでは見にくい、あるいは見えないパターンがあるということである。

さらに至近距離まで接近して見た場合には、チャートの実物においては、すべての被験者がすべてのパターンを細部まで目視することができた。これに対して、モニタではいくら近づいても白黒は分離せず、グレイの固まりとして見えるパターンがあること、色ズレやモアレが一層目立つことをほとんどの被験者が感じた。パターンによっては、特にモアレが顕著なものも見られた。また、ジャギー^[7] は、垂直、水平でないところに発生していた。

今回の電子スチルカメラ用解像力テストチャートによる実験は、非常に厳しい条件における実験であったと同時に、撮影からモニタ表示に至るすべての工程における影響も含めた実際的な実験であった。こうした実験から、今回の条件でデジタイズされた画像をモニタで視認する場合には、少なくとも176cm以上離れる必要があることが分かった。さらにいえば、前述したランドルト環を用いた実験から得られた最適視認距離、すなわち200～250cmという距離は、カラーポジフィルムからスキヤニングして得られたデジタル画像を視認する場合にも、ほぼ当てはまるということが確認できたといえるかもしれない。また、モニタによる細部の視認の場合には、モニタに近づいて見るのではなく、拡大表示の方法を採ることが望ましいと考えられる。細部を見るためにモニタに近づき過ぎると、モアレやジャギー等が一層目立ってしまうからである。また細かいパターンの場合には、モニタ上で解像できないため、接近しても見る事ができない。モアレは、通常の絵画等ではあまり気にならないかもしれないが、細い線を多用するエッチングや、細かい繰り返しパターンが描かれた絵画等の場合には問題になることもありうると思われる。

ちなみに、デジタイズしたものと同一のフィルムから原寸大に引き伸ばしたカラー写真を見てみると、チャートの実物と比較して若干のボケは視認できるものの、すべてのパターンにおいて、白黒の分離がはっきりと確認できた。

4. オリジナル作品と超高精細モニタ上の画像との視認比較

オリジナル作品を見る場合と超高精細モニタ上で同一作品画像を見る場合にどのような違いがあるかを知るための実験を行った。

1) 比較対象作品の選定

1999年度末に(株)トッパン・グループ総研との共同プロジェクトで、新規撮影により10作品について8×10インチ判カラーポジフィルムを得たので、この中から20インチ×20インチ(約50cm×50cm)のモニタ上で画像が作品自

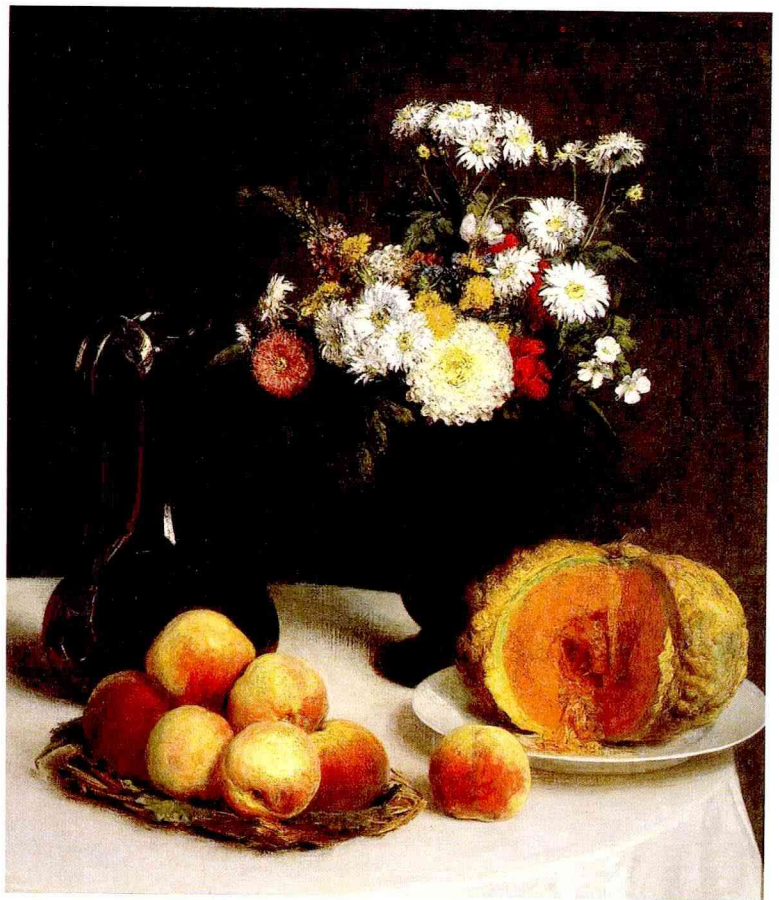


図12
アンリ・ファンタン＝ラトゥール
《花と果物、ワイン容れのある静物》
1865年

体とほぼ同じ大きさになるような例として、アンリ・ファンタン＝ラトゥール《花と果物、ワイン容れのある静物》1865年(59.1cm×51.5cm)(図12)を選んだ。以下、その際の撮影およびデジタル化条件について記す。

2] 撮影

最終的に8,000×10,000Pixelになるようデジタルデータ化し、当館のデジタルギャラリーで運用している2,048×2,048Pixelの超高精細モニタを使用した任意部分拡大[自由拡大]機能によって詳細部分の閲覧評価が行えることを目的とした。

そのため、原稿となるフィルムもその目的に耐えうる解像度を持たせる意味から、すべて8×10インチ判の大型カメラを使用してカラーポジフィルムで撮影することとした。

また、その大型原稿から製作したデジタル画像と通常使用している4×5インチ判カラーポジフィルムからのものと同じ超高精細モニタを使用し、解像度の視覚評価も同時に行った。

大型のカメラで絵画などを高解像度、高品質で撮影するにあたっては、特にレンズの選定が重要なポイントとなる。そこで、今回は色にじみ(収差)を極力抑えた設計のAPO-ARTER 480mmレンズを使用した。特に大判フィルムでは周辺画像の色ズレなどによって「にじみ」が出る可能性があり、画像評価を伴う撮影にはこうした機材選定の配慮が必要となる。アンリ・ファンタン＝ラトゥール《花と果物、ワイン容れのある静物》の固有撮影条件は下記のとおりであった。

フィルム EPY 8×10 ASA64
絞り 45 露出20秒 距離230cm
ライト 500W 2燈 300W 2燈

美術作品、特に彫刻などはライティングによって表現上の差異が出る。例えばコントラストの違いなどによって、見え方のシャープさなどで差異が生じる結果となる。しかし、このライティングには標準というものが存在せず、実際の撮影に携わるカメラマンの技量と感性に委ねられているのが現状である。今回は、絵画については作品内容の光源の方向性に逆らわないことと、中程度のコントラスト、つまり比較的平均的なライティングに心がけ、立体作品については、屋外展示作品のため作品に対して正面から太陽が当たる時間帯での自然光撮影を行った。

3] デジタル化

デジタイズに当たっては、ダイナミックレンジ(諧調再現領域)4.0以上を有するドラムタイプのスキャナを使用した。このレンジは、スキャナの撮像部分に使用されているフォトマルチプライヤーの高性能によるもので、今回使用したカラーポジフィルムの持つレンジ性能約3.0程度をはるかに上回るものである。言い換えれば、フィルムに写っている諧調領域のほぼすべてをデジタル再現できる性能を持っている。

昨今、低価格化が進むフラットベッドタイプのスキャナに使用されている撮像部分は主にCCD(電荷結合素子)であり、通常の使用ではダイナミックレンジにおいてドラムタイプに比べ性能上劣る。また、このことは低価格なデジタルカメラにもいえることである。次に色調、解像度、シャープネス、データ保存について略記する。

● 色調

デジタイズ時の色調設定の目標として、当館デジタルギャラリーで使用の超高精細モニタを基準とし、色温度6,500度、ガンマ2.1で設定しRGBデータとして色分解した。

● 解像度

絵画・彫刻作品の撮影原稿、8×10インチ判カラーポジフィルムは、8,000×10,000Pixelとした。

● シャープネス

超高精細モニタの持つエンハンス機能を考慮に入れ、スキャナの設定としては、最低レベルのものとした。

● データ保存

絵画・彫刻データ(240メガバイト)をそれぞれTIFFフォーマットでMOに保存した。

4] 比較条件

オリジナル作品は、新館2階第5展示室に常設展示中のものをそのままの状態で使用した。試験は休館日に6人の被験者が行った。同室は自然採光

(調光)も可能であるが、通常そうであるように、試験日も人工光のみであった。モニタ上の画像は、同一日に自然光の入らない別の部屋(コンピュータ室)で人工光を消して行った。

ア 比較のための設問

表2に示すような6項目について質問した。

イ 結果

各被験者の回答とその平均値は表2のとおりである。

ウ 考察

・「作品として認識できる距離」は、モニタを置いたコンピュータ室の対面の壁が近すぎたため4人については正確な数値が得られなかったが、他の2人はオリジナル作品の方が遠くから認識できるとし、正確な数値が得られなかった者のうちの1人は逆の回答をしている。

・「最も鑑賞しやすい距離」は、1人の例外を除いてモニタ上の画像の方を近くから見る方がよいとしており、全被験者の平均値は176cm、オリジナル

項目	(1)作品として認識できる距離はどのくらいですか。		(2)最も鑑賞しやすい距離はどのくらいですか。		(3)花に着目したい花に近づいて見たいですか。		(4)特に中央の白い花に着目したい花に近づいて見たいですか。		(5)(2)よりもより離れて見たいですか。		(6)以上の他に違った観点から見てみたい場合は、それを記して下さい。	
被験者	A	934	623+	357	117	76	49	24	33	540	243	
	B	1028	623+	131	126	67	73	47	44	246	239	
	C	755	451	249	246	123	112	72	66	415	362	
	D	482	623+	146	142	33	26	22	16	284	228	下から限りなく絵と平行に近い状態で。(斜め30°くらい、61°のところから。斜光線で絵肌を見たい。)
	E	1157	398	191	208	80	117	73	73	337	254	右斜めから45°、131離れた所。
	F	1505+	623+	289	217	157	107	86	67	・スロンのタネ:46 ・桃の産毛、タッチ:29
平均		977+	557+	227	176	89	81	54	50	364	265	

表2
オリジナル作品と超高精細モニタ上の画像との視認比較

対象作品:
フランク・フランク・トラウネル
《花と果物、ワイン容れのある静物》
1865年

(1)~(6)の
左欄はオリジナル作品、
右欄は超高精細モニタ画像
(単位:cm)

・キヤラニー内対面の壁より遠く
・コンピュータ室内対面の壁より遠く
・...の以上離れて見たいと思わない

作品との差は51cmである。

・大きく描かれた「花に着目したとき、近づいて見てみたい距離」は、4人がモニタ上の画像の方を、より近づいて見たいとしており、6人の平均値で見ると、オリジナル作品89cm、モニタ上の画像81cmである。

・「特に中央の白い花に着目したとき、近づいて見てみたい距離」でもほぼ同様の傾向であり、平均値でオリジナル作品54cm、モニタ上の画像50cmである。

・「最も鑑賞しやすい距離よりも離れて見てみたい距離」では、実質的な回答をした全員がオリジナル作品の方を遠くから見てみたいとしている。平均値で、オリジナル作品364cm、モニタ上の画像265cmでその差は約100cmである。

以上を総合してみると、オリジナル作品よりもモニタ上の画像の方に近づいて見る方が見やすく、その平均距離は「最適距離176cm」「より近づいて81cm」「特に一部に着目したとき50cm」である。

なお、距離とは別に「違った観点から見てみたいか」との設問には表2のような回答があり、以下のようにまとめられよう。

・オリジナル作品の場合も、モニタ上の場合も実験では真正面からの距離を測っているが、斜めからの視角が望まれている。モニタ画像では、特に自分の位置を変えずに作品の大きさを変えて見たいという意向がある。このことは、モニタとの物理的距離を変えずに作品画像との距離感や視角を変えろということであり、作品画像の蓄積・表示方式に工夫が求められているといえよう。

結論

ここで行った実験を通して、超高精細モニタ上の記号文字の最適視認距離は200～250cmであり、他方、実際の作品画像の例から得られた最適視認距離は176cmであった。解像力チャート試験でも、176cmあるいはそれ以上の距離をおいた方がよいことが分かり、実際の作品画像に関して得られた最適視認距離176cmの信憑性を裏づけるものとなった。しかし、200～250cmと176cm、この両者の差は何に起因しているのだろうか。両者の間に解像力チャートを置いてみると、実験方法の相違とともに、対象画像がランドルト環や解像力チャートという無機的な記号や図形である場合と彩色した絵画作品であることなどによる心理的な違いなども要因の一つといえるかもしれない。また、デジタルギャラリーにおけるモニタと椅子(に座った場合の目の位置)との実際の設定距離、約130cmは、上記の実験で得られた値よりさらに小さいことも指摘しておかなければならない。ここで最適と見なしている距離の設定には、絵画や版画・素描などの作品画像のみならず図13に見るようなタイトル・制作年・サイズなどの作品基本データや解説文の文字の大きさ(小ささ)、さらにはブース内の明度、物理的狭隘度、椅子の数などが勘案されている。

今回の報告は、限られた数の実験結果から導き出されたデータに基づいたいまだ不確定要素の大きい、暫定的な予備報告といった性格のものに過



図13
デジタルギャラリー 解説表示画面

ぎない。今後、得られたデータを参考に、さらに異なった種類の作品を対象とし、今回とは違う観点からも本格的な実験を行い、デジタル画像提供の際の物理的な距離設定の改善を図るとともに、画像自体を拡大表示するなど、より効果的な画像蓄積・表示システムの開発を図りたい。

なお、デジタルギャラリーの公開端末では、各作品についてあらかじめ三か所の部分が指定してあり、これらを拡大表示することができる。これをさらに効果的にするため試験運用として内部用編集システムにおいては、任意部分拡大[自由拡大]ソフトウェアを備え、先に記した8×10インチ判カラーポジフィルムのデジタル化により得られた、1画像あたり240メガバイト程度の画像の表示試験を行っており、良好な結果を得ていることを付け加えておきたい。

本研究のために被験者として協力していただいた国立西洋美術館学芸課情報資料係研究補佐員(1999-2000年度)の諸氏に、心よりお礼申し上げます。

- [1] 日本無線NWU-91A 画素有効エリア28インチ、1,670万色表示、60Hzノンインターレース方式。
- [2] フィルム等に、その乳剤の製造バッチごとに、または出荷時の相違、乳剤特性の若干の相違等によって区別するためにつけた番号。
- [3] 同一銘柄のモニターを使用しても、設定や環境等によって、画質は影響を受ける。
- [4] 原板に使用したのは、4×5インチ判のカラーポジフィルム。
- [5] 176cmと81cmという実験距離は、後述するアンリ・ファンタン=ラトゥール《花と果物、ワイン容れのある静物》1865年を使用した実験において得られた数値から導き出した。
- [6] モアレ(Moire)というのは、簾やレースのカーテンのような繰り返しのパターンがあるものを重ねて、少しずつずらした時等に、元のパターンよりもピッチの粗い縞模様が観察される現象をいう。画素のピッチに近い繰り返しパターンを撮影すると、このモアレが現れて画像にわずらわしいパターンがでてくることがある。テレビの画像で、細かいストライプのシャツを着た人物が映し出された時等に、そのストライプの部分にちらちらとしたパターンが見えることがあるのもモアレの一例である。これはそのストライプが、走査線や撮像素子の画素と干渉してモアレを発生しているのである。モアレにはスキャンング時のモアレとモニター上のモアレとがある。また、モアレはドラムスキャナでもフラットベッドスキャナでもデジタルカメラでも起こる。
- [7] ジャギー(Jaggy)。エイリアシング(Aliasing)ともいう。コンピュータ・グラフィックス等で画面の解像度が低いために図形がぎざぎざ、段々に表現されること。階段状のぎざぎざ。ピクセルによる直線性のズレ。

参考文献

波多野宏之「デジタルギャラリー：超高精細画像検索表示システム(情報資料に関わる活動報告)」『国立西洋美術館年報』No.33, 2000.3, p.34-39.