

研究ノート

視線計測グラスを用いたデッサンにおける視線データ取得の試行

井上智史[†] 安藤公彦^{††} 松永信介^{†††}

【要旨】 美術・デザインの基礎教育であるデッサンでは「観察力」が重視される。視線追跡グラスを用いることで、初学者、熟練者などの視線特性から観察力の一端を客観的に把握できるのではないかと考えている。また、視線特性の分析に基づいたデッサン教育の新しい方法を考案することを企図している。本稿では、試験的に行った視線の計測方法と計測データの分析方法について検討した。

【キーワード】 デザイン教育 美術教育 デッサン 視線計測

1 はじめに

本研究は、美術やデザインの基礎教育であるデッサンの学習コンテンツを開発するための基礎研究である。デッサンでは「観察すること」が重視される。初学者と熟練者ではその観察の傾向に差があることが指摘されるが、視線計測装置を利用すれば、初学者と熟練者との観察時・描写時の視線特性の差を客観的に把握できるのではないかと考えた。その上で、視線特性の分析結果を活用した、学習コンテンツを開発することを企図している。その開発を通じて、体験に依拠する従来の指導方法とは異なるデッサン教育法を考えることが大きな研究目的である。また、これまで行ってきた体験や感性に頼らないデザイン教育法を考えるのための研究¹⁾と問題意識を共有している。

本稿では、試験的に行ったデッサン時の視線計測について、その方法や解析プログラムによる計測データの可視化と、可視化に基づく分析について報告する。また、その中で見えてきた、視線計測に関する指針、現状における問題、今後の課題などについて記す。

2 視線計測装置とプログラム

視線計測装置としては、「TalkEye Lite」²⁾を使用した(図1)。メガネのように装着することで、左右のカメラで両眼の眼球運動が計測でき、視線を眼球の角度や視野内の座標として取得できる。同時に中央のカメラで視野の映像が録画される。

装置からのデータを取得し保存するプログラムに加え、計測したデータを取り扱うプログラムが2種類用意されている。

1つは、計測した視線データを動画として再生するプログラムである。視野映像の上に視線デー



図1 使用した視線計測グラス

[†] 駿河台大学メディア情報学部

^{††} 東京工科大学先進教育支援センター

^{†††} 東京工科大学メディア学部

タが複数の形式で可視化される。図2は、視線データを軌跡として可視化したものであり、図3は、ヒートマップ形式で可視化したものである。

もう1つは、視線データを解析するプログラムである。動画の特定の領域を選択すると、その領域内に視線がある時のデータだけを解析することができる。図4は、動画における石膏像の領域を選択し、解析を行っている状態である。解析されたデータは、再生プログラムと同様に複数の形式で可視化することができる。図5は、図4で取得した領域内の視線を解析したものであり、左が軌跡による表示、右が注視時間を円の大きさとした表示である。この図では、30分間の軌跡または注視時間が可視化されているが、この2つの方法だと領域が埋め尽くされてしまう。右図から全体的な傾向が確認できるが、それでもこの2つは、比較的短時間の解析に有効な可視化方法である。

3 デッサンの視線計測と分析

3.1 視線計測と解析結果に基づいた分析

図6は、試験的に筆者である井上が石膏デッサンを行い、計測した視線データから石膏像の領域にある注視点を解析し、ヒートマップ形式で表示したものである。図6の左から順に、描画開始からおおよそ30分ごとの解析結果となっている。計測は、基本的に30分を1セットとして、3セット(計90分)行った。この時間に客観的な根拠はないが、美術大学の入学試験などデッサンの一般的な時間に3時間や6時間が多いことから³⁾、60分や90分ごとに分析できる時間として設定した。ただし、今回の最初の30分間の計測に関しては、冒頭5分30秒の視線データが使用できなかったため、図6左だけ24分30秒の解析結果となっている。

図6左は、顔への注視が多いものの、身体の輪郭線と胸前面への注視により、全体を捉えようとしていることがわかる。図6中央は、顔への注視が多く、最後の図6右は、顔や首の付け根、首元、

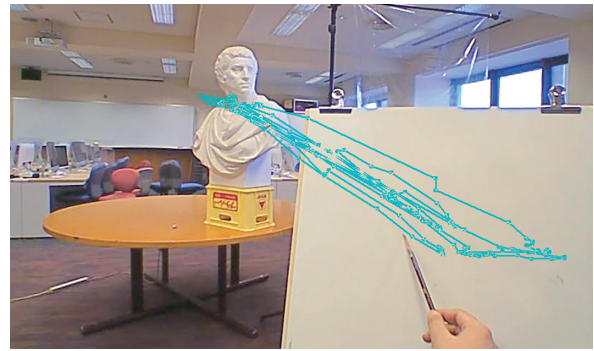


図2 再生プログラムによる視線の軌跡表示

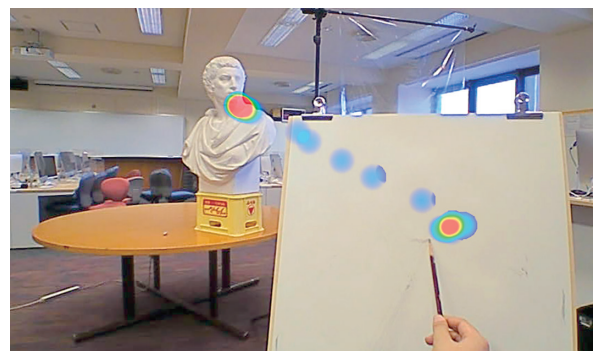


図3 再生プログラムによる視線のヒートマップ表示



図4 領域を指定したデータの解析

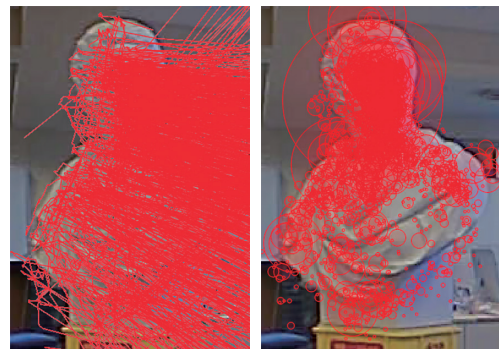


図5 領域内の視線と注視点の可視化

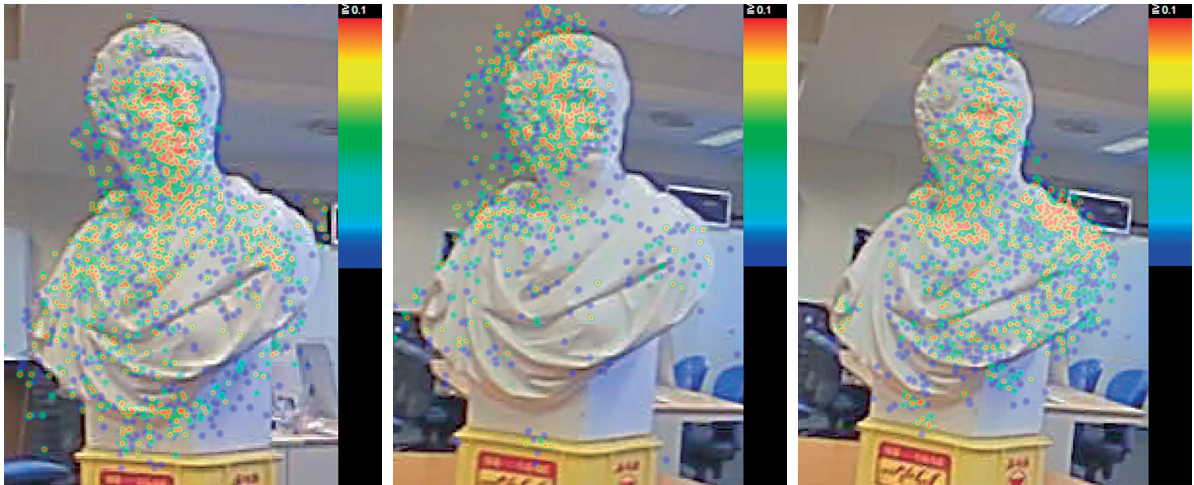


図6 デッサン過程の視線解析(左から描画開始から約30分ごとの計測結果の解析)



図7 図6左を5回に分割した解析

左肩に注視が集まっている。図6の傾向は、筆者の予想や実感とは少し異なっていた。もう少しバランスよく観察している意識があり、特に図6中央の注視が顔に集中しているのが意外であった。

図6左のデータを、5分ごとの5回に分けて解析したのが図7である(最初の図は、厳密には4分30秒)。一番左では、首元を中心とした放射線状の注視が多く、首元から顔の左右、身体の左右へと到る視線で全体の形を取ろうとしているようである。次の図では、向かって右側の身体の輪郭線と正中線および肩甲骨から肩の範囲に注視が集まっており、さらに次の図では、両肩より下の範囲と向かって左側の身体に注視が集まっている。これらは、身体の上と前を分けて観察し、それらの角度の違いから立体的な把握を試みているように見える。残る2つの図は、顔に視線が集中

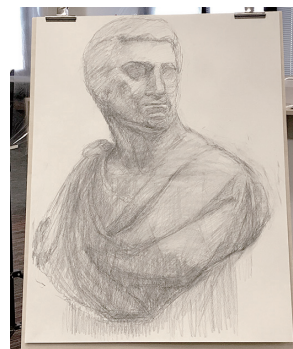


図8 図6右の時点におけるデッサンの進捗

している。向かって左の顔面と、向かって右の顔面や鼻から首元の範囲を分けて観察している。

図8は、図6で示した3セットの計測が終わった時点でのデッサンの進捗である。計測時には、実際のデッサンの過程も動画としてデジタルカメラで撮影した。前述のように、解析結果に基づく

分析と実際のデッサンを比較することで、どのように石膏像を観察しているのかを検討することが可能となり、また、主観と計測結果に相違があることが確認できた。ヒートマップ形式の可視化は、30分間でも5分間でも時間に関わらず、デッサンの進め方の分析や全体的な傾向把握に有用な形式といえる。

3.2 注視点と軌跡による可視化方法と分析

図9上は、注視点を赤い円、視線の軌跡を青い線として表示した状態である。図9下は、注視点の赤い円だけを表示させた状態である。いずれも図7の一番左と同じ視線データを、別の形式で表示したものである。軌跡による表示は、計測時間が長くなればなるほど線が重なるため、長時間の解析結果の分析には利用できそうもない。しかし、5分間程度の計測データであれば利用可能であり、特に図9の上下のように、注視点と軌跡を同時に表示させた状態と、注視点だけを表示させた状態を見比べることは有用と思われた。

図7の状態でも一見してわかるのだが、図9の視線データは実際の石膏像と少しずれている。ずれのないデータを取得することが理想だが、図9の状態でも、絶対的な位置がずれているだけで、相対的な位置はさほどずれていない。図10は、図9下の注視点だけを画像処理ソフトウェアで抽出し移動させた図である。石膏像と注視点を重ねることができ、相対的な位置がある程度は維持されていることがわかる。

だとすれば、図9の状態からでも読み取れることは多い。これは、デッサン開始の約5分から10分までのデータであり、全体的な形を取る段階である。頭部に着目すると、注視点はあごから前頭部付近と後頭部付近には存在しているが、頭頂部付近にはない。また、あごから前頭部にいたる軌跡は、眉頭の位置くらいで正中線上の軌跡や後頭部の視線とつながっている。図8と、図6や図7を見比べてもわかるように、前頭部から後頭部にかけての描写は弱く、また形も狂ってい

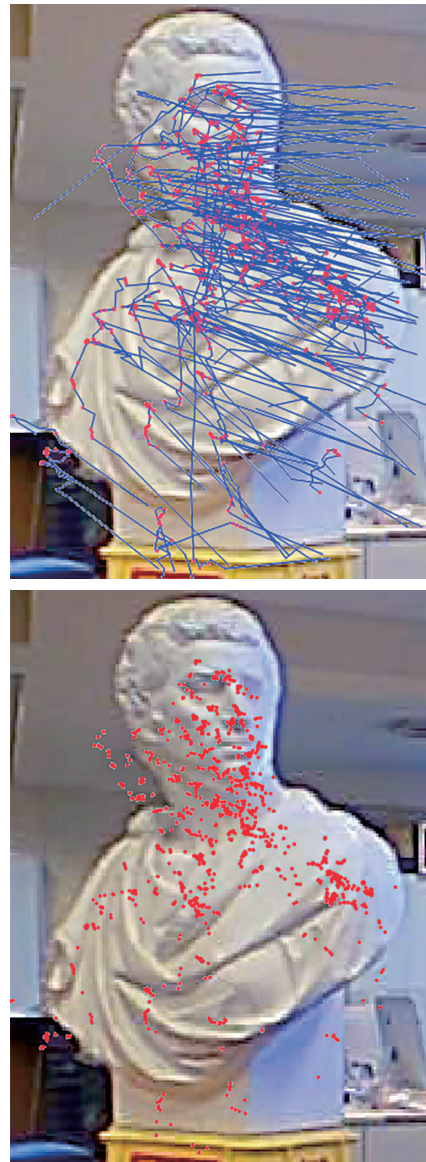


図9 注視点と軌跡による視線の可視化 1



図10 図9の注視点のみを移動させた状態

る。のど元から後頭部、もしくは前頭部に視線を向けているのに、それ以降、頭頂部まで視線を向けていない、あるいは、眉頭や耳の位置から上の範囲と下の範囲を分けて観察していて、下の範囲への意識は高いが上の範囲への意識は低い、と推察される。それが描写の弱さや形の狂いにつながっているのではないかと問題の原因を客観的に考えることが可能になる。

図11は、図9に続く5分間、デッサン開始から10分から15分までの解析結果（つまり図7の左から2番目と同じ解析結果）であり、図9と同様の表示をした状態である。図11では、向かって左下の身体への注視が少なく、それが図8の同部分の描写の弱さや形の乱れの原因のようである。また、以下の部分の印象が強い。

- ・向かって右の肩－あごの下（首の後ろ）－左の肩－肩甲骨の中央、を結ぶ菱形
- ・向かって右の肩－肩甲骨の中央－身体（服）の下中央－右の肩の下、を結ぶ四角形
- ・向かって左の肩（服の結び目）－肩甲骨の中央－身体（服）の下中央－向かって左にある服のたわみ、を結ぶ四角形

つまり、図12に点線で示した視線で、石膏像の立体としての把握が試みられている。これは、描画者の特性を比較する際の一つの観点に成り得る視線である。

あるいは、図9の頭部と図11の身体をあわせて見ると、前面に縦の視線と軌跡の重なりを見取ることができる。目、鼻、口、あご、首元、服のしわなどを縦に見て、それらの距離の比率を捉えようとしている視線であり、このような部分にも特性が表れている。

以上のような分析が可能なおから、注視点と軌跡による可視化は、短い時間単位における観察の傾向を把握するのに有用な形式である。また、観察時の個人差を見て取りやすいため、個人間の比較を行うのに有用な形式といえる。

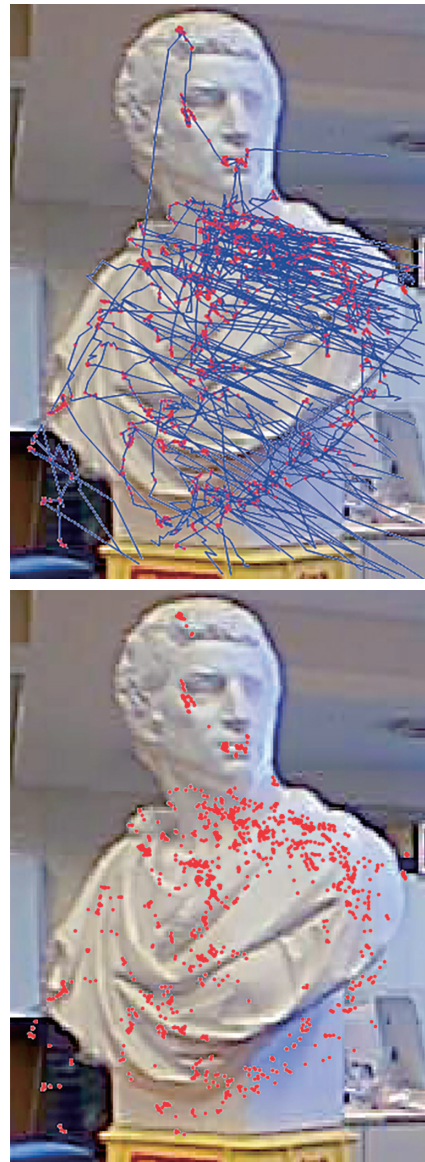


図11 注視点と軌跡による視線の可視化2

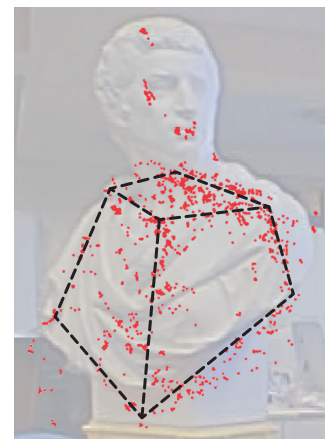


図12 図11で印象が強い注視点

3.3 細部の計測精度

視線計測を行う前の懸念の一つは、計測できる細かさだった。例えば、石膏像の目、鼻、口への注視が判別できるのかという懸念である。

使用した視線計測グラスには、視野映像を撮影するカメラのレンズとして、「標準レンズ」と「広角レンズ」の2種が用意されている。双方の視野を確認したところ、標準レンズのほうが石膏像が大きく撮影できるものの視野が狭いため、石膏像と画用紙を往復する中で、石膏像が視野から外れる確率が高かった。計測データの動画上の解析を行うために、石膏像を取り囲む領域を指定した場合、石膏像が視野から外れて頭の一部が切れたりすると、同じ領域として解析プログラムに認識されない。広角レンズのほうが視野が広いので、大きく視線を動かしても石膏像が視野から外れる確率は低いが、石膏像は小さく撮影される。もちろんこれらは、モチーフとの距離、モチーフの大きさによっても異なる。今回は、石膏像の領域が解析プログラムに正しく認識されることを優先するため、広角レンズを使用した。つまり、撮影された石膏像の大きさは小さい。

図13は、デッサン開始20分から21分までの1分間の解析結果であり、図14は、21分から22分までの1分間の解析結果である。右方向の途切れている軌跡は、画用紙方向への視線のゆらぎである。その点を考慮して両図を比較してみれば、眉頭、耳、頬骨、口、あご、あごのラインへの視線と思われる注視点や軌跡が見て取れる。稜線上の注視点も判別可能である。現時点では、小さく撮影された石膏像でも、この程度まで細部の計測ができれば、初学者や熟練者の視線特性の検討に利用できると判断している。

もちろん、計測の目的に応じて、モチーフとの距離の設定やレンズの選択を計測ごとに行う必要がある。今回の試行では、視野角やモチーフとの距離による計測の精度などが把握でき、次回以降の計測における距離の設定やレンズの選択の基準が得られた。

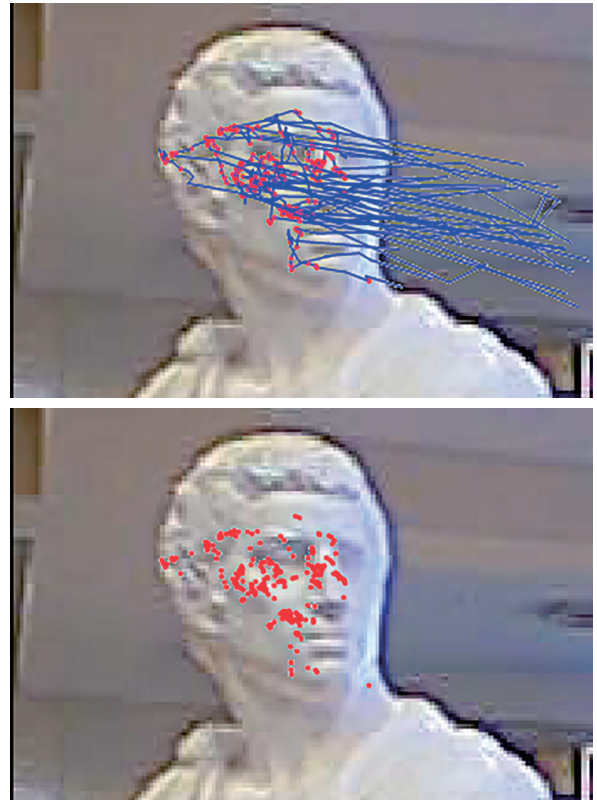


図13 顔面内の視線の解析1

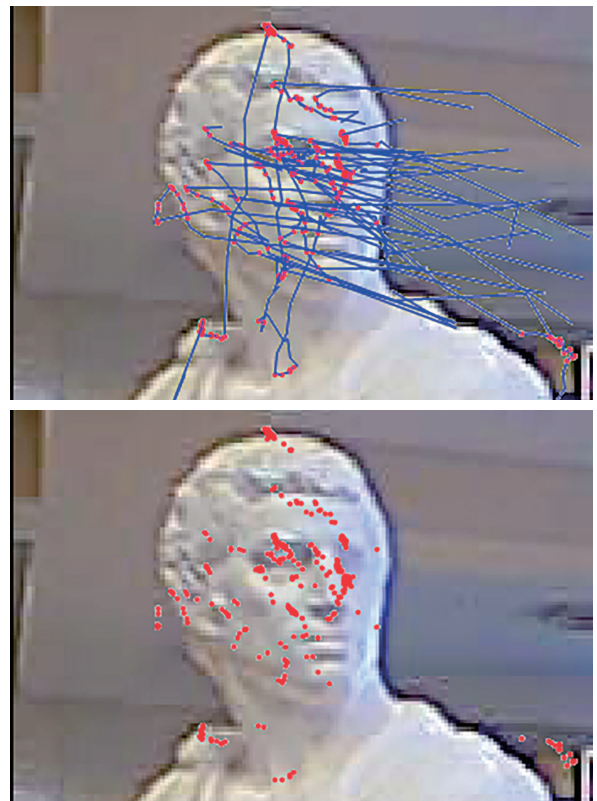


図14 顔面内の視線の解析2

4 今後の計測実験の指針

4.1 計測時間

視線計測を行ったことで、今後の計測実験のための指針を検討することができた。主に計測時間、計測間隔、対象者に関する指針である。

計測時間に関しては、今回は最長30分の計測を行なった。ヒートマップ形式によるデータの可視化からは、より長い時間の計測であっても全体的な傾向を把握することができるだろう。

解析データを分割することは容易であったが、逆に、分割して記録したデータを統合することは難しかった。したがって、計測と解析ということだけを考えれば、短い時間を何回も計測するよりも、できるだけ長時間連続して計測し、必要があれば部分を抽出したほうが望ましい。もちろん、計測時間が長くなるにつれて、視線のずれが大きくなることが危惧される。また、被験者が連続してデッサンを行えるかという問題を考慮する必要がある。

いずれにしても、計測時間あたりに記録される注視点や軌跡の量を把握できた。加えてデータの可視化方法に適した分析を精査できたことが、計測時間の検討を行う上で有益であった。

4.2 計測の時間間隔

今回は、デッサン開始から連続して計測を行ったが、完成までの過程を分析する場合には、時間間隔を開けた計測も必要である。通常、デッサンには短くても3時間から6時間をかける。学び初めには18時間以上をかけて1つのモチーフに取り組むこともある。そのすべての過程を記録することは理想ではあるが、すべての被験者のその過程を記録することは現実的ではない。

時間間隔を開けた計測には、一定の時間間隔で計測する方法と、デッサンの進捗状況の各段階に応じた間隔（時間的には不均等な間隔）で計測する方法の2つが考えられる。今回の冒頭90分の計測からは、描画者の観察や描写の速度は一定で

はないように思われた。初学者と熟練者の描画ペースの差を考慮する必要もある。だとすれば、一定の時間間隔と、デッサンの各段階を個別に判断した時間間隔で計測を行い、その2種の解析が分析に併用できることが望ましい。デッサン開始からある程度は連続して記録し、その中で描画者のペースを把握したうえで、適切な時間を設定することを検討している。

4.3 視線を比較する対象者

視線データを計測する対象者に関して、あらためて検討した。当初は、初学者と熟練者を比較することに重きをおいていた。経験量の差から生まれる熟練者の観察力の要所を、効率的に初学者に伝えるためのデータを取得することを想定していたからである。また、観察力の実際を具体的に明らかにし初学者に伝えるために、熟練者間の比較も重視していた。その人ならではのものの見方といった熟練者ごとの特性が、観察力の実際ではないかと予想していたからである。

もちろんそれらの比較も大切である。しかしさらに、初学者同士の比較にも意味があると考えようになった。図9のように、注視が少ない部分と描写が弱い部分との対応が確認されたゆえの実感からであるが、「描けない」「形が狂う」という状態にも、初学者ごとにいくつかの傾向があるように思われた。また、見ていないから描けないのか、見ていても描けないのかの差を、区別する必要性も感じた。初学者間の比較からそのような傾向が把握できれば、初学者にとって有益な情報となると思われたのである。

あるいは、初学者が上達する経過を継続的に計測し、同一人物の描写力の各段階を比較することにも意味があると考えようになった。昔と今のデッサンを比較するなど、上達の過程を残しておくことは有効であるが、継続する中で視線が変化するのか、ある時点から固定化するのかなどを、データに沿って比較することの意味を認識したからである。

5 今回の試行における問題と課題

5.1 較正

視線の計測を行う前には、「較正(キャリブレーション)」と呼ばれる作業を行う必要がある。実際に見ている位置と、プログラム上で計測される位置との対応を取る作業である。

5点による較正であれば、計測したい範囲の中央と四隅の5箇所の位置が取れば良い。今回は対象が立体物であるため、図15のように、透明シートの上の、画用紙とほぼ同じ比率の矩形範囲の5箇所にマーカーを付し、石膏像の前に設置することで較正を行った。実際に計測を行う際には透明のシートは撤去した。

較正直後に、対象物の輪郭に視線を周回させ確認すると良い較正結果が得られたが、実際にデッサンを行っている、10分～15分の時間経過で、実際に見ている位置とプログラムで計測される位置が、無視できないくらいにずれてくる。使用した計測プログラムには中央の位置を再設定する「リセーター」という機能があり、それを定期的に利用すれば、大きなずれを感じない程度に計測することが可能であったが、より精度の高い較正やずれのない計測が行えた方が望ましい。

また、計測ソフトウェアには奥行きを設定する機能もあるが、この透明シートの方法だと対象物の前面に奥行きを合わせることになる。四隅は対象物の前後の中間やさらに奥に、奥行きを設定することができたとしても、それ以外の場所で奥行きを設定することが難しい。精度と併せて検討する必要がある問題である。

5.2 分割して行った計測

先に、図6のデータを取得する際、冒頭のデータが使用できなかったと記した。冒頭の5分30秒は、途中から視線のずれが大きくなったため一旦計測を止め、その段階から計測し直した。初めから計測し直すことも考えたが、デッサンはその間にも進行しており、描写を元に戻すことはでき



図15 較正のためのマーカー

ない。デッサン開始時であれば初めから描き直すこともまだ可能だが、長時間にわたるデッサンの計測においては、どのように計測を行ったとしても、途中で前述のリセーターを行ったり、一旦、計測を止めたりする必要がある、その都度、描き直すことは不可能である。前述のように、デッサンが完成するまでに間隔を開けて、断続的に計測を行うことも必要である。

分割して記録した視線データを合算して解析することを試みたが、正しい解析結果が得られるのか検証することができなかった。分割した記録を合わせて可視化することが可能なのか、部分的な解析結果から全体的な傾向をどう理解すれば良いのか、それらは今後、検討する必要がある課題として残された。

5.3 自作のプログラム

解析プログラムで取得したデータは、CSVなどの汎用的な形式で保存できるので、自作のプログラムでの処理が可能である。例えば、特定の領域内を解析した結果には、領域内すべての視線が含まれるため、領域の外から内へ、内から外へと移動する視線も含まれてしまう。そこで、領域の境界を超えるデータを削除するプログラムを作成した。図16上は、用意された解析プログラムで表示しただけの状態であり、図16下が、境界を

超えるデータを削除した上で、解析プログラムで表示させた状態である（図11上と同じ図である）。主に、モチーフと画用紙との間を往復していると思われる視線の軌跡が取り除かれ、多少は見やすくなっている。消費者行動やドライバーの視線の解析のように、全視界における特定の注視点のみを解析することが目的であれば、用意された解析プログラムの機能だけでも十分である。しかし、デッサンではモチーフと画用紙を交互に移動する視線の動きが頻繁になるため、今回のような処理が必要となった。

また、図7のように、短い時間ごとの解析データを、アニメーションのコマのように連続して並べると、全体の傾向や描画手順の把握が容易であった。視線を動画として再生するだけでなく、解析結果を連続した静止画とし、動画やデッサンの過程と見比べることで、観察の詳細を見て取ることや、描画者の特性の言語化が行いやすい。今回は、CSVデータを手動で分割したが、計測データ内の特定の時間だけを、半自動的に抽出するようなプログラムも有用だと思われる。

図5のように、軌跡による表示だけではなく、注視時間を円の大きさに表す表示も、計測時間が長くなると領域が円で埋め尽くされ、全体的な傾向は把握できるものの、その表示形式自体の意味は薄くなってしまう。用意された解析プログラムでも、円の透明度を変えるなど、可視化の方法を多少は変更できるが、より自由度の高い可視化方法が選択できると望ましい。

いずれの場合にも、デッサンの分析に特化したデータの抽出方法や、分析のための自作プログラムを考案する価値は高い。引き続き取り組む課題である。

5.4 モチーフの選択

当初は、本格的な実験を行う場合にも、石膏像というモチーフは適していると考えていた。一般的なモチーフであるため、モチーフ自体の難易度の差を考慮する必要があまりないからである。

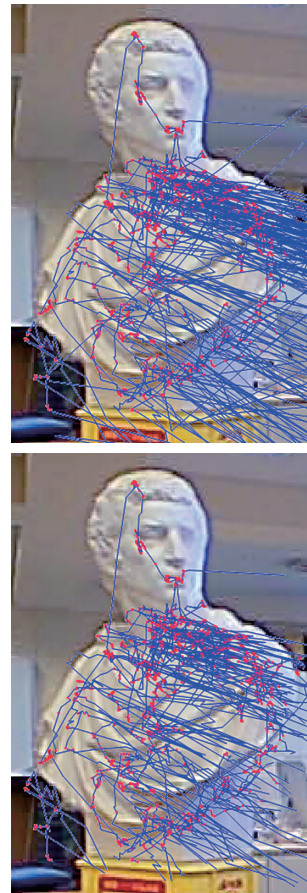


図16 境界を超える軌跡の除去

しかし、熟練者と初学者で、慣れているかどうかの差が出やすいモチーフであるようにも思われた。確かに、「上手い人は、石膏像の形を覚えている」という話がたびたび聞かれる。実際に計測をすると、形は覚えていなかったとしても、形を取る要所を知っているがゆえに、その要所部分に戸惑いなく注目していくような視線の動きがたびたび観察された。

「形を取る要所を知っている」とことと、初見のモチーフで「形を取る要所に素早くたどり着く」ことは、異なる種類の熟練度のように思われる。今後、異なるモチーフを用いて、初学者と熟練者の比較などを行って判断する問題かもしれないが、複数回の実験を行う際にモチーフを統一するのかしないのか、その場合の難易度とモチーフに対する慣れをどのように考慮すれば良いのか、というのが今後の検討事項の一つである。

6 その他

視線計測と直接の関係はないが、計測の過程で学習効果が期待されたことがある。計測中は、図2、図3のようにモチーフと画用紙上の描画状態が映像として記録される。このようにモチーフと画用紙が一つの画面に併置された映像は、全体の形が取れているか、描写に偏りがいないか、モチーフを立体的に把握できているか、ということを確認するのに有効ではないだろうか。単に、静止画である図6と図8を見比べるだけでも、形の狂っている部分がわかる。このような比較を、描いている最中に映像として行うことはあまり試みられていない。

デッサンを描いている最中には、席から離れ画用紙から距離を取り、描画の状態を確認するように指導される。自分のデッサンを離れて見ることにより、細部ではなく全体が確認でき、形の狂いや描画の偏りに気がつくことができるからである。しかし、離れて見てそのようなことに気がつけても、また席に戻ると細部にとらわれたり、離れて確認した全体像を忘れて描き進めてしまうことが、特に初学者の時期には往々にしてある。

学習効果が期待された方法とは、例えば、デッサンを描きながら見える位置にモニターを設置し、モチーフと自分の絵の両方が映っている映像を確認しながらデッサンを行うというような方法である。このような方法であれば、離れて見ることと近くから見ることを両立させる効果が見込めるのではないだろうか。離れて見ることだけであれば、自分が描画している映像をスマートフォンやタブレットに表示させ、デッサンをしながら確認するという方法も考えられる。本研究で開発予定である、視線特性を活用した学習コンテンツにおいては、スマートグラスの利用も視野に入れている。その場合も、モチーフと描画状態の並置は試みる価値があるように思われた。いずれも少し非現実的な学習方法かもしれないが、新しい学習形態としての可能性があると考えている。

7 まとめ

本稿では、視線追跡グラスを用いて、デッサンを描く過程の視線計測を試行し、その解析結果から考察した内容を報告した。複数の方法による可視化からデッサン過程の分析を試みたことで、可視化方法の特徴を確認でき、それがどのような視線特性の把握に有用かを検討することができた。また、今後、本格的に計測実験を行う上で、考慮すべき点などを把握することができた。今回は、筆者自身が被験者のため、客観的なデータの取得とはいえない。しかし、観察時や描写時の実感と計測結果から読み取れることの相違を確認できたことも、今後のために有益であった。

初学者に対する視線の計測も併せて行ったが、本稿で報告するには至らなかった。今後は、初学者、熟練者ともに視線計測を実施し、その視線特性の把握を試みたいと考えている。そして、学習コンテンツの制作や、体験に依拠しないデッサン教育法の検討へと、研究のフェーズを進めたい。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 21K12546 の助成を受けたものである。

註

- 1) 例えば、「 $L^*a^*b^*$ カラーの値を活用した色の三属性に関するeラーニングコンテンツの開発」(井上智史、安藤公彦、松永信介 情報処理学会第82回全国大会公演論文集 vol. 4 2020 pp. 269-270) など。
- 2) 「TalkEye Lite」(武井機器工業株式会社:<https://www.takei-si.co.jp/productinfo/detail/269.html>)
- 3) 美術大学入試のための予備校なども、3時間を単位にデッサンを行うことが多いが、入学試験にあわせているのと、入学試験にしろ予備校にしろ、単に、午前と午後に取れる時間が3時間ということが理由だと思われる。したがって一般的な時間だと考えた。

An Attempt of Gaze Data Measurement in Drawing with the Use of Eye-Tracking Glasses

INOUE Satoshi, ANDO Kimihiko, MATSUNAGA Shinsuke

[Abstract]

As basic education of art and design, “observation skills” in drawing are quite important. We think that we may objectively grasp some aspects of observation skills of beginners and experts from their gaze characteristics through eye-tracking data. In this paper, we discuss the methods of gaze data measuring and its analysis.

[Keyword]

design education, art education, drawing, eye-tracking